



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



600062070L









Die Natur

im

Pichte philosophischer Anschauung.

Dargestellt

von

Maximilian Perthy,

Doctor der Philosophie und Medizin, d. o. Professor an der Universität zu Bern, Mitglied der kais. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der deutschen Naturforscher, der königl. bayr. Akademie d. W., der Ethnological Society zu London, der Entomological Society ebenda, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft zu Wien, der Schweizerischen naturf. Gesellschaft, des Vereins Pollichia in der Pfalz, Ehrenmitglied des Hamburger Thierschutzvereins etc.

Leipzig und Heidelberg.

C. F. Winter'sche Verlagsbuchhandlung.

1869.



Die Natur

im Lichte philosophischer Anschauung.



Die Natur

im

Pichte philosophischer Anschauung.

Dargestellt

von

Maximilian Perety,

Doctor der Philosophie und Medicin, d. o. Professor an der Universität zu Bern, Mitglied der kais. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der deutschen Naturforscher, der Königl. bayr. Akademie d. W., der Ethnological Society zu London, der Entomological Society ebenda, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft zu Wien, der Schweizerischen naturf. Gesellschaft, des Vereins Pollichia in der Pfalz, Ehrenmitglied des Hamburger Thierchutzvereins etc.

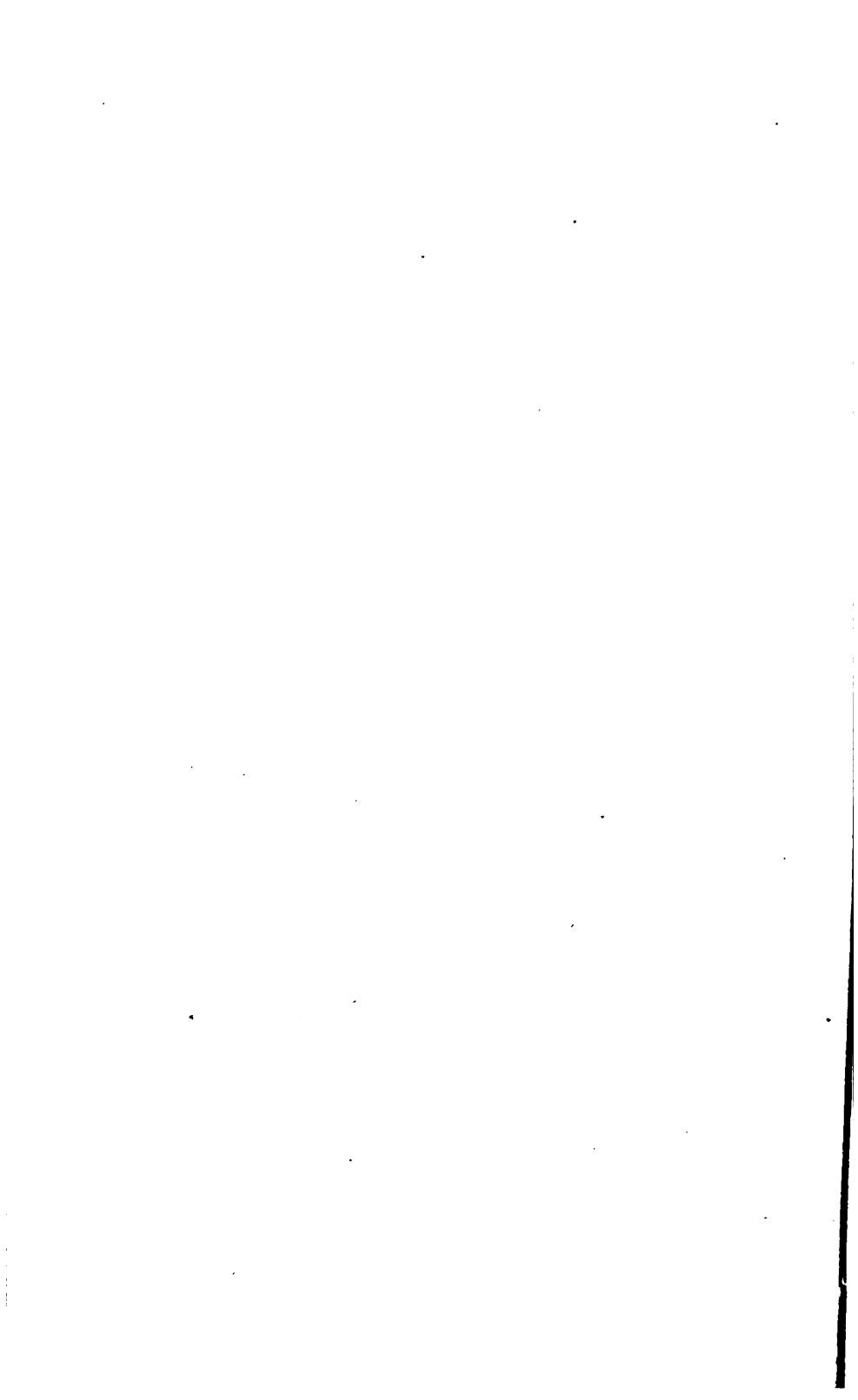


Leipzig und Heidelberg.

C. F. Winter'sche Verlagsbuchhandlung.

1869.

200.1.15



Vorrede.

Gegenüber der immer weiter gehenden Arbeitstheilung auf dem Gebiete der Naturwissenschaften, welche, so nothwendig sie einerseits ist, doch die Gefahr mit sich bringt, daß der Zusammenhang zwischen den einzelnen Disciplinen und damit das Verständnis des Ganzen der Natur immer mehr schwinde, schien es geboten, eine zusammenfassende Schilderung zu versuchen, in welcher mit Hinweisung auf die Einheit der Natur zugleich auch deren Bedeutung für die ewigen Interessen des Geistes mehr betont würde, als es bei der abstracten Haltung der sogen. exacten Wissenschaft geschehen kann. Zur längst gewonnenen Erkenntniß der Nothwendigkeit eines solchen Unternehmens kam dann auch die an mich gerichtete Aufforderung namhafter deutscher Philosophen, ein Werk dieser Art zu schreiben, wozu sie einen Naturforscher der älteren Generation wohl deshalb für geeigneter hielten, weil jene Generation ihre Studien und Arbeiten über größere Gebiete auszudehnen im Stande war, als dieses bei der sich immer mehr anhäufenden Masse der empirischen Aufgaben in jetziger Zeit möglich ist. In der That hat sich der Verfasser von früher Jugend an das ganze Leben hindurch mit sehr verschiedenen Theilen der Naturwissenschaft mehr oder minder beschäftigt und war unablässig bemüht, die Fortschritte und Haupt-

ergebnisse der glänzend fortschreitenden Forschung sich so weit möglich anzuzeigen. Die erwähnten Gelehrten haben vielleicht auch an die individuelle Beschaffenheit und an die Richtung gedacht, welche in früheren Schriften des Verfassers hervorgetreten ist, und die wohl auch den sel. Geheimrath Kiefer als Präsidenten der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie bestimmt hatte, dem Verfasser, als er durch v. Martius zum Mitglied vorgeschlagen wurde, den Beinamen *Oken* zu geben, indem es in der genannten Akademie Sitte ist, einem neu eintretenden Mitgliede den Namen eines Dahingegangenen von ähnlicher Bestrebung oder verwandter Geistesrichtung beizulegen. Bei aller Hochschätzung für die Verdienste des mir so freundlich gesinnten und hinsichtlich seines Charakters wie seiner Kenntnisse gleich ausgezeichneten *Oken* war es mir jedoch unmöglich, an die objective Wahrheit und Zulässigkeit seiner ganzen Anschauung und Construction zu glauben, und man wird in der That zwischen seiner und meiner Auffassung der Natur sehr wenig Ähnlichkeit finden, obwohl uns beide die Liebe zur Wahrheit und die Neigung zu tieferer idealer Anschauung gleichmäßig beseelt.

Das vorliegende Buch, eine Frucht langjähriger Arbeit, ist zunächst für Philosophen und wissenschaftlich gebildete Laien geschrieben; für erstere wie für letztere ist es weder möglich, die umfassenden Studien zu machen, noch die objectiven Anschauungen des Naturforschers zu gewinnen, welche zum Theil nur durch künstliche Mittel und Experimente zu erhalten sind. Man betrachte z. B. nur die Werke mancher über Naturwissenschaft schreibender Pfarrer und anderer Dilettanten, und man wird fast durchgängig die Schärfe und Richtigkeit der Auffassung vermissen, welche nur die eingehende Beschäftigung mit den Gegenständen selbst, nicht bloß mit den Schriften darüber gewähren kann. Aber auch für meine naturwissenschaftlichen Collegen wird wohl dieses Werk

nicht ohne Nutzen sein, in welchem sie eine zusammenhängende, in sich harmonische, auf positive Erkenntniß gegründete Schilderung des Naturganzen finden, wie sie nur ein Einzelter geben kann, so begrenzt wieder in anderer Rücksicht die Kraft desselben ist; auch habe ich ihnen ja gewissermaßen in demselben ein Pantheon erbaut, in welchem sie sich beisammen finden. Sie müssen aber dabei bedenken, daß der Philosoph nicht bei der abstracten Fassung des Naturforschers stehen bleiben kann, indem für ersteren die materielle Welt nur ein Theil der Welt ist und er sie immer zugleich auf die Forderungen und Bedürfnisse des Geistes beziehen muß; — ferner wollen sie nicht darüber rechten, wenn die subjective Denkweise des Verfassers nicht verleugnet wird, denn mag man auch noch so oft die Versicherung hören, daß keinerlei Voraussetzung gemacht werde, so bringen doch wir alle unsere Individualität als ursprünglichste Voraussetzung an die Thatfachen und vermögen dieselbe nicht abzustreifen.

Das hohe Ideal, welches dem Verfasser bei seiner Aufgabe vorschwebte, ist, wie er nur allzu wohl fühlt, nur theilweise verwirklicht worden. Möge ihn die Größe und Schwierigkeit der Aufgabe entschuldigen, wenn er die Wahrheit nicht immer klar erkannt, die Bedeutung einzelner Dinge und Vorgänge und deren Stellung im Ganzen nicht immer richtig aufgefaßt, vielleicht auch manchen wirklichen Irrthum begangen haben sollte. An gar manchen Orten waren „instantiae crucis“ vorhanden, wo die Entscheidung schwer wurde.

Bern, im Frühling 1869.

Inhalt.

	Seite
Einleitung. Naturwissenschaft und Naturphilosophie. Bedingungen unserer Erkenntniß	1
I. Allgemeiner Theil.	
Materie, Organismus, Geist	13
Der allgemeine Zusammenhang u. die Wechselwirkung der Wesen	20
Das allgemeine Leben	23
Bewegung und Entwicklung	25
Analogieen der elementarischen, organischen und geistigen Welt	27
Die Zweckmäßigkeit in der Natur	30
Ästhetische Beziehungen	33
Der Weltgrund und das Verhältniß Gottes zur Welt	35
Verhältniß der Natur zur sittlichen Idee	51
II. Specieller Theil: Die Erscheinungen und Formen der Natur.	
A. Die Stoffe und Kräfte.	
Der Weltäther	54
Die Schwere	56
Construction und Eigenschaften der Materie	61
Die schwingenden Bewegungen des Äthers u. der Materie:	73
Das Licht	75
Die Wärme	90
Der Schall	97
Die Electricität	101
Der Magnetismus	110
Der chemische Proceß	114
Die Aequivalenz der Kraft im Proceß ihrer Wandlung .	166
B. Die individualisirten Naturgestalten.	
I. Die kosmischen Individuen oder Himmelskörper	174
Die Sonnen und der Sternhimmel	175
Das System unserer Sonne:	
1. Der Centralkörper	193
2. Die peripherischen Körper:	
A. Die rhythmischen und endogenen: Planeten	201
Monde	207
B. Die arrhythmischen, meist exogenen Körper:	
Meteoriten, Kometen, Sternschnuppen . .	215
Entstehung und Bildung der Weltkörper	227
II. Die Erde	240
Die Feste	242
Die Structur der Erdrinde	252

	Seite
Das Meer und die Gewässer des Landes	263
Das elektrische Erdborgan, die Atmosphäre	275
Phänomenologie der Erde	285
Die Entwicklung der Erde	305
III. Das Reich der Mineralien	335
Kryalle und KrySTALLISATION etc.	338
System der Mineralien	351
IV. Die organischen Wesen der Erde: Allgemeine Verhältnisse	358
Begriff des Organismus	360
Die Stufen der organischen Natur	368
Das organische Individuum	373
Die naturgeschichtliche Art (Species)	375
Die Gliederung des Organismus	383
a. Die organische Ursubstanz und die Elementartheile	—
b. Die Organe und Functionen zur Erhaltung des Individuums	389
c. Zeugung und Fortpflanzung	396
d. Entwicklung	398
e. Die jungfräuliche Vermehrung	399
f. Der Generationswechsel	401
g. Mißbildungen	405
Die Krankheit	—
Heilmittel, Gifte	415
Der Tod	417
Die erste Entstehung organischer Wesen	419
Die chronologische Ausbildung der organischen Natur	421
Die gegenseitigen Beziehungen der organischen Wesen	437
Aehnlichkeiten in Form und Farbe bei Thieren und Pflanzen	440
Conformation der organischen Reiche	442
V. Das Reich der Vegetabilien	445
Chemische Verhältnisse	446
Der Bau der Pflanze	449
a. Die Elementartheile	—
b. Die morphologische Gliederung der Gewächse	453
Lebenserscheinungen bei den Pflanzen	466
Wachsthum, Metamorphose	481
Vermehrung und Fortpflanzung	490
Lebensdauer	508
Aenderungen im Leben der Art	509
Die Pflanzen in Beziehung zur äußeren Welt:	
a. Zeitliche Verhältnisse	511
b. Räumliche Verhältnisse	513

	Seite
Phylogonomie der Pflanzenwelt	516
Die Culturpflanzen	517
Die Entwicklung des Pflanzenreiches	518
Die Pflanzenwelt der Gegenwart	532
Die geographische Verbreitung der Pflanzen	544
VI. Das Reich der Thiere.	
Allgemeine morphologische Betrachtungen	553
Elementartheile und Gewebe	555
Organe und Apparate	557
Größe der Thiere	570
Die Proceße des vegetativen oder Bildungslebens:	
a. Ernährung	—
b. Athmung	576
c. Kreislauf	580
d. Absonderung	589
e. Stoffwechsel, Wachsthum, Lebensdauer	592
Das animale Leben:	
a. Das Nervensystem und seine Verrichtungen	598
b. Schlaf und Traum	620
c. Die Sinnesorgane	623
d. Die thierische Bewegung	644
e. Lou- und Stimmwerkzeuge	652
f. Elektrische und Leuchtorgane	655
Das Seelenleben der Thiere	655
Die Functionen zur Erhaltung der Art	663
Entwicklung	674
Die chronologische Ausbildung des Thierreiches	693
Die Thierwelt der Gegenwart	714
Die geographische Vertheilung der Thierwelt	753
VII. Der Mensch und die Menschheit.	
A. Physische Verhältnisse	759
B. Das geistige Leben	780
C. Die Menschheit	801
Das Ende	805

Druckfehler.

S. 175	nach S. 471	schalte ein: Die Sonnen und der Sternhimmel.
= 201	B. 8 v. u.	lies rhythmischen statt rythmischen.
= 225	= 6	= Sternschnuppen = Meteoren.
= 306	= 2	= Peripetie'n = Peripetiven.
= 369	= 15	= o. = denn = den.
= 688	= 6	= Bei = In.

Einleitung.

1. Das Gewisseste, was wir haben, ist nach Kant's Worten das Bewußtsein eines räumlichen und zeitlichen Daseins. Wollte ich daran zweifeln, daß ich denke und bin, so würde der Zweifel selbst die Wirklichkeit meines Denkens und meines Daseins erweisen. Das Denken kann sich selbst denken, sich als Gedachtes dem Denkenden gegenüber setzen. Denken ohne Sein ist nicht möglich, und der Denkende ist selbst in das allgemeine Sein mit eingeschlossen. Wie ich Andere denke nach ihrem geistigen und leiblichen Dasein, so denken Andere auch mich.

2. Die Existenz einer Außenwelt, welche durch die Sinne zum Bewußtsein denkender Wesen kommt, ist so gewiß, als die Existenz dieser letzteren. Die sinnlichen Erregungen unterscheiden sich specifisch von den spontanen Bewegungen des geistigen Wesens und müssen also eine andere Ursache haben; sie sind ferner unter sich verschieden, sie treten ein, ob man will oder nicht, und stehen in keinem Causalzusammenhang mit den Vorgängen im Innern, wie diese letzteren unter sich.

3. Das Denken kann sich zum Erkennen steigern, zunächst der äußeren Formen und Verhältnisse, dann zum Erkennen der tieferen Gründe: die Naturwissenschaft kann zur Naturphilosophie werden. Erstere hat es zunächst mit dem Einzelnen zu thun, die Naturphilosophie hat das Ganze im Auge, weil es unmöglich ist, einen Theil ohne das Ganze zu ver-

stehen. *) Die Naturwissenschaft erforscht die wirkenden Ursachen, die Naturphilosophie auch die Zweck- oder Endursachen; ferner die Bedeutung der Naturformen und Vorgänge, ihre Stellung und ihren Zusammenhang im großen Ganzen. Die Philosophie überhaupt prätendirt keineswegs, wie ihr vorgeworfen wurde, die letzten Gründe der Dinge erforscht zu haben, aber ist sich der Pflicht bewußt, sie zu suchen.

*) *Naturae vero rerum vis atque majestas in omnibus momentis fide caret, si quis modo partes ejus ac non totam complectatur animo. Plinius, hist. nat. VII, 1.*

4. Die Philosophie schreitet auf ihrer Bahn nicht mit der Sicherheit eines absoluten Denkens fort, sondern verirrt sich oft auf Seitenwege. Sie gelangt aber, indem sie ihren Irrthum gewahr wird, wieder in die rechte Richtung und nähert sich im Laufe der Zeiten, wenn auch langsam, ihrem Ziel: der ewigen Wahrheit. In den höchsten Dingen gibt es nämlich nur eine Wahrheit, die für alle Zeiten und für alle Geister gilt, und deren Erkenntniß, welche auch die Weisesten nur theilweise erlangen, eine Aufgabe aller Zeiten ist. *Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus, in vestibulo ejus haeremus. Seneca.*

5. Auch die Naturwissenschaft erfüllt ihre Aufgabe nur annähernd, unter vielen Irrungen und Mißgriffen. Die enorm steigende Anhäufung der Aufgaben macht schon in kleinen Gebieten eine immer weiter gehende Arbeitstheilung nöthig, bei der Vielen aller Zusammenhang verloren geht. Die Uneinigkeit in den Principien läßt dieselben Verhältnisse auf ganz verschiedene Weise beurtheilen. Die Nomenclatur z. B. in der Lehre von den Felsarten ist der Art, daß man bald nicht mehr weiß, was man unter Granit, Spenit, Gneiß zc. zu verstehen hat. „Die Chemie hat sich in eine Sandwüste von leeren Speculationen, unhaltbaren Theorien und unbewiesenen Systemen verlaufen, aus der kein Ausweg zu sehen ist Dazu kommt die Unsicherheit der Formeln.“ *) Der Streit über die Species bringt große Verwirrung in die beschreibende Botanik und Zoologie, um so mehr, als die Zahl derselben riesenhaft anwächst. **)

*) Mohr, mechan. Theorie der chem. Affinität, Braunschw. 1869, S. 345.

**) Zählt ja Mohrbach 1868 nur von Silene, einer einzigen Sippe der Caryophyllen, 307 Arten auf, und die Zahl der Kryptogamen nimmt noch stärker zu als jene der Phanerogamen. Gemminger und Harolt verzeichnen von Laufkäfern im weitern Sinne 9319 Arten, Pfeiffer in der *Monographia Heliceorum* von Schnirkelschnecken gegen 3000 Arten.

6. Die Beschränktheit unserer Sinne gestattet nur einen Theil der vorhandenen Dinge, z. B. nur gewisse Reihen von Farben und Tönen, nur Körper von bestimmter Größe und Nähe, nur Prozesse von einer gewissen Art oder Stärke, wahrzunehmen. Könnten wir unsere Sinne vermehren und alle vorhandenen so verstärken, wie z. B. das Auge durch Mikroskop oder Fernrohr, so würden sich uns neue Reihen von Formen und Processen zeigen und die bekannten besser erkannt werden.

7. Wäre die Kraft des menschlichen Geistes gesteigert und sein Horizont erweitert, so würden sich ihm viele Räthsel lösen und Widersprüche heben, die es nur für seine beschränkten Verhältnisse sind. Er würde dann z. B. wohl erkennen, daß mit der mechanischen Nothwendigkeit doch die Freiheit bestehen kann, daß erstere kein Hinderniß für die Erreichung der geistigen und sittlichen Bestimmung der vernünftigen Wesen bildet. So wie wir sind, vermögen wir kein Ding vollkommen zu erkennen und noch weniger den Zusammenhang aller Dinge zu erfassen, so daß das räthselvolle Ganze uns gleichsam nur zur Uebung vor Augen gestellt ist und oft unserer Anstrengungen spottet. Aber auf das Mißlingen kommt wieder der Erfolg, und die Natur mit ihren Wundern wird dem Menschen zwar zur strengen, aber dabei liebevollen und wahrhaftesten Lehrerin. Die Erkenntniß der Natur erweitert den Horizont des Menschen in das Unermeßliche und bereichert sein eigenes Sein mit dem Sein aller Wesen. Schauend ihre Unendlichkeit kommt der Geist zum Bewußtsein der eigenen Unendlichkeit; nicht bloß was wir sind, sondern auch was wir werden, verdanken wir der Natur. Ihre Formen sind vollendeter als Alles, was der Mensch darzustellen vermag.*)

*) „In der That, auch die höchste Vollendung menschlicher Wissenschaft und Kunst wird nie vermögen, Werkzeuge herzustellen, die an Regelmäßigkeit und Sicherheit der großen Weltenuhr gleichkämen, die von einer höheren Hand gelenkt wird, — abgesehen davon, daß selbst der Grad von Vollendung, dessen ein mechanisches Werkzeug fähig ist, ohne Hilfe der Himmels-

bewegungen weder erreicht noch selbst erkannt werden könnte.“ Mädler, *Astronomie*, 5. Aufl., S. 509.

8. In der Philosophie wie in der Naturwissenschaft ist öfters Abirrung eine nothwendige Bedingung, um die richtige Bahn als solche zu erkennen. Ferner sind gewisse Umwege und vorbereitende Leistungen unentbehrlich für Lösung künftiger Aufgaben, wie z. B. Newton's Entdeckung des Gravitationsgesetzes ohne die Arbeiten von Copernicus, Keppler und Galilei kaum möglich geworden wäre. Bestimmte Individuen haben eine specielle Beziehung zu diesen oder jenen Formen oder Processen, eine besondere Empfänglichkeit und Spannung für sie, und ihnen enthüllt sich dann das bis jetzt Verborgene. Weil in der Menschheit immer neue Genies erscheinen, werden immer neue Geheimnisse ergründet.

9. Die Naturwissenschaft, auf dem mechanisch-atomistischen Standpunkte der Philosophie des Cartesius stehend, da Leibniz's System der monadischen Beseeltheit der Materie nicht durchdrang, sucht alle, auch die organischen, selbst die geistigen Vorgänge auf die Mechanik zurückzuführen, — der Philosophie genügt eine mechanische Erklärung als letzte nicht, weil sie weder Geist und Gemüth zu befriedigen, noch die Einheit, Zweckmäßigkeit und Harmonie der Welt begreiflich zu machen vermag.

10. Die Naturphilosophie vermag nicht „exact“ zu sein im Sinne der Naturwissenschaft; selbst von den empirischen Wissenschaften vermögen nur jene exact zu sein, welche sich mit endlichen, äußerlichen, dem Gesetz der Nothwendigkeit unterliegenden Dingen befassen; bei der Geschichte z. B. ist dieses schon nicht mehr möglich. Aber die exacte Naturwissenschaft, d. h. die auf Zahlen rückführbare, ist noch keine vernünftige, weil sie nicht auf den Grund der Erscheinungen geht. Die Mathematik kann überhaupt nur die quantitativen Verhältnisse der Dinge ausdrücken, nicht ihre qualitativen, ihren Inhalt, ihren Begriff, ihr Leben. Findet man unbekannte Größen, so geschieht es doch immer durch bekannte, empirisch gefundene, entweder indem man, wie in der Arithmetik, von den bekannten ausgeht, oder, wie in der Algebra, die unbekannten auf die bekannten bezieht. In allen Fällen erkennen wir hieburch nur Proportionen der Dinge,

nicht diese selbst. Doch gibt es fast nur in der Mathematik absolute Gewißheit, anderwärts meist nur größere oder geringere Wahrscheinlichkeit. — Die Mathematik geht von selbstgesetzten Bestimmungen, die Philosophie von unbedingten Principien aus. Dem Reich der Wirklichkeit, dem *κόσμος τῶν ὄντων* gegenüber erhebt als dessen Spiegelbild das Reich des Gedankens, der *κόσμος νοητός*.

11. Die Aufgabe der Philosophie ist nicht, durch Beobachtung und Versuch neue Thatfachen zu entdecken, welche ja die empirischen Wissenschaften in immer größerer Menge aufhäufen, sondern die entdeckten zu verbinden, auf allgemeine Gesetze zurückzuführen, die speculativen Formeln für die empirisch erkannten Wahrheiten aufzustellen. Wenn Philosophie die Centralwissenschaft ist, so ist wieder die Metaphysik, welche sich mit den Ideen des Absoluten, der Substanz, des Weltzweckes, des Geistes und der Materie zc. beschäftigt, welche „von der Erscheinung zum Erscheinenden fortgeht“ (Schopenhauer), die *πρώτη φιλοσοφία* oder *πρώτη ἐπιστήμη* (Aristoteles), ihr Herz und ihre Seele. Die Naturwissenschaft betrachtet die Dinge nach ihrer sinnlichen Erscheinung und Verbindung, die Philosophie geht über diese zu den Principien fort. *) Sie bedient sich vorherrschend der Abstraction, welche durch Zergliederung rückwärts geht, während die in der Naturwissenschaft gebräuchliche Induction dieses durch Beweise thut. **)

*) „Dem Philosophen zählen die Formen und Erscheinungen der Natur nicht für sich, sondern als Momente eines Zusammenhanges, der über die Natur hinausgeht und eben so wohl auf die geistige Welt sich erstreckt. Im Zwecke der empirischen Naturwissenschaft liegt es aber, sie vielmehr abstract, d. h. in ihrem Fürsichsein zu betrachten.“ Schelling. — „Da wo die Mangelhaftigkeit der empirischen Auffassung unvermeidlich ist, da muß die Ergänzung derselben auf speculative Weise unternommen werden. Dies ist aber nur möglich durch Nachweisung der Beziehungen, d. h. derjenigen Relationen, vermöge deren eines das andere nothwendig voraussetzt, und, was das Zeichen davon ist, eins ohne das andere nicht kann gedacht werden.“ Herbart, Psychol. I, 26.

**) Apelt, Theorie d. Induction, Leipzig 1854, S. 56.

12. Gegner der Naturphilosophie sind theils die Sinnlich-Verständigen, welche nichts anerkennen wollen, was über das

gewöhnliche Bewußtsein hinaus liegt, — während doch nach Melloni's Bemerkung eine Ansicht, welche nichts gelten läßt als unlängbare Thatfachen und daraus abgeleitete Folgerungen, öfters den Fortschritt der menschlichen Erkenntniß hemmt, — theils die Kirchlich-Gläubigen, welche die Bewegung des Geistes durch Dogmen fesseln wollen. Die Naturphilosophie hat aber das Unendliche im Endlichen nur aus seiner Offenbarung in diesem zu erforschen.

13. Manche wähnen, raum-zeitliche Wesen vermöchten nirgends das über Raum und Zeit hinaus Liegende zu begreifen, indem sie vergessen, daß wir nicht bloß raum-zeitliche Wesen, sondern durch den Geist mit dem Unendlichen verbunden sind und deshalb fortwährend nach ihm streben. Es erstehen immer neue Geister mit anderer Begabung, es treten neue Erscheinungen ein, welche unerwartete Aufschlüsse gewähren, und die Zukunft wird so sicher für unlösbar gehaltene Probleme lösen, wie die Gegenwart solche gelöst hat, welche der Vergangenheit für unlösbar galten. — „Der Mensch“, sagte Göthe, „muß bei dem Glauben verharren, daß das Unbegreifliche begreiflich sei, er würde sonst nicht forschen.“

14. Den Anhängern Kant's, welche nur eine Kenntniß der Eindrücke der Dinge auf uns für möglich halten, nicht aber ihres Ansichts, kann man entgegen: So gewiß die Normen der Anschauung und des Denkens dem Menschen angeboren sind, so gewiß führt ihr richtiger Gebrauch zur Erkenntniß der Wahrheit, weil die Denkgesetze mit den Gesetzen des Seins zusammenstimmen, zwar nicht im Sinne Hegel's und im (frühern) Sinne Schelling's, daß mit ersteren zugleich die Wirklichkeit gesetzt sei, daß die logischen Kategorien zugleich welt-schaffende Kräfte seien, sondern in jenem, daß Geist und Natur in ihrem tiefsten Grunde verbunden sind.

15. Wenn z. B. Helmholtz behauptet, „daß die Sinnesempfindungen uns zwar Nachricht von den Eigenthümlichkeiten der Außenwelt geben, aber nicht besser, als wie wir sie einem Blinden durch Wortbeschreibung zu geben vermögen“, so kann man dem nicht beistimmen, und Fichte (Psychologie, Leipz. 1864, I, 312) sagt mit Recht dagegen: „Das Problem über die inneren

Verhältnisse der Sinnenempfindung zum Wesen des Objectiven kann in seiner Vereinzelnung gar nicht gelöst werden, sondern nur im Zusammenhang und aus der Consequenz einer umfassenderen Weltansicht.“

16. Weil wir in Uebereinstimmung mit der Natur geschaffen sind, weil zwischen Auge und Licht, Ohr und Ton, allen Sinnen und ihren Objecten dieselbe prästabilirte Harmonie wie zwischen Sein und Vernunft herrscht, weil das Sinnlich-Außere und das Dynamisch-Innere übereinstimmen, weil die Zahlen- und Denkgesetze des menschlichen Geistes auch in der Natur gelten, so dürfen wir uns zur Erkenntniß der Natur befähigt halten. Zwar sind die von uns aufgestellten sogenannten Naturgesetze oft nur einer vorübergehenden Zeitanschauung entsprungen, aber wir vermögen nach und nach auch die wahren ewigen Gesetze zu erkennen, weil der unendliche Geist, der sie gegeben hat, in uns wie in der Natur lebendig ist.

17. Der menschliche Geist ist auch befähigt, das Endliche vom Unendlichen, das Bedingte vom Unbedingten wenigstens zu unterscheiden, und indem er seine Beschränktheit erkennt, beweist er, daß er vervollkommnungsfähig ist. Können wir auch das Absolute nicht begreifen, so begreifen wir doch, daß es existiren muß; wir müssen es denken, wenn wir es auch nicht durchdenken können.

18. Indem Kant verneinte, daß wir die Dinge so aufzufassen vermöchten, wie sie an sich sind, hat er dadurch dem einseitigen Idealismus und Skepticismus den Weg gebahnt, so daß Fichte sagen konnte: wenn ich nicht wissen kann, was die Dinge an sich sind, so kann ich auch nicht wissen, ob Dinge an sich sind. — Sein und Geist sind für einander da, bilden zusammen das All. Durch allseitige Untersuchung und Prüfung können wir die Bedeutung der objectiven Vorgänge ergründen, und zwar nicht zu einem absoluten, aber doch zu einem immer vollkommneren Wissen gelangen, wobei die geistige Zusammenfassung so unerläßlich ist wie die sinnliche Auffassung. *) Wo Gewißheit nicht zu erreichen ist, entscheidet zu Gunsten der einen oder andern Ansicht die Wahrscheinlichkeit.

*) „Möglichst genaue Beobachtung ist allerdings das Erste, aber die allgemeinen Gesetze und verborgenen Gründe der Dinge werden nicht durch die Erfahrung, sondern nur durch das Denken erkannt.“ Zeller, über Bedeutung und Aufgabe der Erkenntnistheorie, Heideß. 1862.

10. Aber alles Construiren der Welt a priori ist ein verfehltes Streben. Wir erfahren nur durch die Anschauung, daß eine lebensvolle Welt von Gestalten vorhanden ist, und lernen nur durch die Erfahrung, was im Verlaufe der Naturentwicklung und Geschichte hervortritt und offenbar wird, vermögen nicht das Wirkliche zu erdenken, sondern nur über dasselbe nachzudenken und den Inhalt der gewonnenen Erkenntniß zum Wissen zu gestalten. *) Unser Denken ist so abhängig vom Sein, als dieses unabhängig von unserem Denken ist. Keine Philosophie kann als die absolute gelten wollen, denn wir wissen eben so wenig, was uns von der Welt noch offenbar werden mag, als z. B. die Alten wußten, daß außer ihren sechs Planeten und dem Erdmonde noch zahlreiche Planeten und Monde einst wahrgenommen würden. Und nicht bloß extensiv, sondern auch intensiv schließen sich neue Regionen des Seins auf.

*) Virgil spricht zu Dante (Inferno, 11. Ges. B. 97 ff.):

„Philosophie belehret ihre Jünger,
Wie die Natur aus dem Verstand der Gottheit
Den Ursprung hat und aus der Kunst des Schöpfers,
Und finden wirst du, wenn du wohl in deiner
Physik nachforschen willst, nach wenig Seiten,
Daß eure Kunst so viel ihr möglich, jener,
So wie der Schüler seinem Meister folget
So daß wie Gottes Ent'lin eure Kunst ist.“

20. Der Menscheng Geist hat nicht etwa „als noch unbewußter Naturgeist die Verhältnisse der Gestirne geordnet, die Erden und Metalle geformt, den organischen Bau der Pflanzen und Thiere eingerichtet“, so daß die Wissenschaft bloß eine allmältige Belebung der Erinnerung an diese Thätigkeit wäre, wie Strauß (Einleitung in die Dogmatik) meint, — es ist ihm zur Zeit ganz verborgen, wie Sein möglich wird, ob schon höhere Geister dieses begreifen mögen.

21. Die neuere Naturphilosophie ist auch zur Erkenntniß gelangt, daß das Höhere nicht aus dem Niedern zu begreifen ist,

3. B. die Pflanze nicht aus Licht und Schwere, das Thier nicht aus dem zur Pflanze tretenden galvanischen Proceß zc., eine Constructionsweise, welche durch die ganze Naturphilosophie Klen's sich geltend macht. Alles kann nur aus dem Höchsten begriffen werden, wenn auch das Niedere als Vermittelung und materielle Grundlage desselben erscheint.

22. Die Erkenntniß der Natur, in der Alles zugleich mechanisch, physisch, chemisch, organisch und geistig ist, erfordert das ganze Wesen des Menschen: nicht nur Sinne und Verstand, sondern auch Phantasie, Gemüth und Geist. *) Die Naturphilosophie darf auch Vermuthungen wagen, manches schwer Zugängliche nach der Wahrscheinlichkeit beurtheilen, in einigen Fällen selbst der Ahnung ein Recht einräumen. Die Realität ist lebendige Macht, der Begriff abstracte Form, der Verstand erfasset nicht den werthvollsten Inhalt des Seins; er kann die Antinomien nicht lösen, weil er die Welt nur als sinnliche und endliche erkennt. Die Antinomie der Sinnenwelt und der Welt an sich wird nur im Geiste und Gemüthe gelöst; beim Hören der Musik, beim Anblick des Sternhimmels, in der Liebe und Seligkeit geht uns die Welt an sich auf. Je wahrer und reicher Geist und Gemüth, desto herrlicher erscheint die Welt, welche in ihrer Majestät und Unendlichkeit dem unendlichen Geiste entspricht.

*) Buckle, Geschichte der Civilisation zc., II, 489, beklagt die gänzliche Phantasielosigkeit der englischen Naturforscher. „Sie haben einen ungehörigen Respect vor Experimenten, unpassende Liebe zu kleinlichem Detail und eine Neigung, die Erfinder neuer Instrumente und Entdecker von neuen oft unbedeutenden Thatfachen zu überschätzen. Ihre Vorgänger im 17. Jahrhundert richteten durch die kühnere Anwendung von Hypothesen und das öftere Waltenlassen ihrer Phantasie größere Dinge aus, als unsere Zeitgenossen mit viel größeren Mitteln.“

23. Wir wollen nicht auf die Lasterungen anderer Völker achten, die uns Ideologen schelten und damit nicht bloß die Auswüchse der Speculation, sondern diese selbst treffen zu können glauben. Wir wollen nicht vergessen, daß wir der Philosophie jene Vertiefung des Geistes verdanken, welche in allen Wissenschaften vorzugsweise in Deutschland sich geltend macht. — Wer die Philosophie vernachlässigt, verfällt dem Materialismus oder dem blinden Autoritätsglauben.

24. Welche Zusammenfassung der Hauptergebnisse der empirischen Naturwissenschaft genügt nicht der Naturphilosophie, die vielmehr zu den transcendenten Principien der Welt fortzugehen, aber sich vor dem Wahn zu hüten hat, daß alle ihre Räthsel sich vor dem menschlichen Geiste aufschließen werden, der seiner Natur wie seiner Weltstellung nach beschränkt und zunächst zur Erkenntniß des ihm zur Wohnung angewiesenen Weltkörpers bestimmt ist. Man kann die Naturphilosophie in einen allgemeinen und besondern Theil scheiden, von welchen der erstere die allgemeinen Verhältnisse und Principien, der zweite die concreten Naturformen und Proceßse behandelt.

25. Die Bedingungen unserer Erkenntniß sind durch die Beschaffenheit des menschlichen Geistes überhaupt und dann durch den Grad der subjectiven Energie und Idealität gegeben; zugleich besteht für uns die Nothwendigkeit, die Dinge unter der Form von Raum und Zeit anzuschauen, Vorstellungen, welche Kant für angeborene apriorische, Andere für abstracte discursive halten. Kant schloß (unrichtig), daß Raum und Zeit nur im Denken reale Existenz haben, während sie doch wahrhaft im Sein vorhanden sind, und Locke lehrt, daß nicht zwischen den Dingen und ihnen vorangehend der Raum existire, „so daß die Dinge in ihm wären, sondern in den Dingen, in den Seelen wenigstens, breitet er sich als die nur für das Denken existirende Ausdehnung aus, in welcher wir den Eindrücken, die wir von den Dingen empfangen, ihre Orte anweisen“. *) Schopenhauer dagegen behauptet: „jeder Mauer muß einsehen, daß, wenn alle Dinge am Himmel und auf der Erde verschwänden, der Raum doch stehen bliebe; wenn alle Veränderungen fielen, die Zeit doch fortliefe“. Raum und Zeit haben übrigens mit den Dingen ihren Anfang genommen, aber denkbar sind sie jetzt auch ohne die Dinge.

*) Kant, Kritik der reinen Vernunft, B. 1, S. 27.

26. Die Frage von Raum und Zeit entscheidet in uns nicht die Existenz und Veränderung der Dinge im Verstande, sondern die Existenz der Dinge. Denn der denkende Geist ist ein Subjekt, das nur mit den anderen Subjekten, nicht mit den Dingen, in Verbindung steht. Die Dinge sind unabhängig von uns, aber wir können sie nur in der Form von Raum und Zeit denken.

bewegter Dinge successive Momente durchgeht und verbindet, die Vorstellung der Zeit. — Physiologisch ist bei der Raumvorstellung zunächst der Gehsinn, dann der Tastsinn theilhaftig; die Empfindungen, welche durch die Affection der Rezhaut entstehen, bilden geordnete Complexe. Indem die äußere Welt räumlich geordnet und der Organismus ihr angepasst ist, gelangt die Seele zu räumlichen Vorstellungen.

27. Die stetige Wiederkehr gewisser Erscheinungen bestimmt die Abschnitte der Zeit: der Erdenumlauf das Jahr, der Mondumlauf die Wochen und Mondmonate, die Aendrehung der Erde den Tag und die Stunden. Dieser periodische Umschwung ließ die Zeit unter dem Bilde des Kreises und auch der Spirale darstellen. Jedes Wesen hat wie seinen eigenen Raum so auch seine eigene Zeit, deren Größe in einem Verhältniß zu der Bedeutung des Wesens steht. Daher ist Zeit und Raum eines Infusoriums klein, eines höheren Organismus größer, eines Weltkörpers am größten.

28. Wie die Zeitvorstellung durch das Nacheinander, so ist die Raumvorstellung durch das Außereinander der Dinge gegeben; Leibnitz hat den Raum als die Ordnung des Coexistirenden, die Zeit als die Ordnung der Succession bezeichnet. Die Zeit vermittelt den Raum, indem, was nacheinander wird, sich außereinander setzt. Der Raum ist insofern die verkörperte, ruhende Zeit, die Zeit der sich bewegendes Raum; im Grunde ihres Wesens sind sie beide sich gleich, was die Bewegung und Entwicklung (eine Reihe ineinander verschlungener Bewegungen) deutlich zeigen. Die anschaulich fixirte Bildungszeit der Dinge ist ihre Raumgröße; der Baumstamm mit seinen Jahrringen, die Schichten der Gebirge u. zeigen in ihrer Ausdehnung zugleich ihre Bildungszeit. Wir messen den Raum durch die Zeit, die Zeit durch den Raum: beide verwandeln sich in einander. Was ist eine Stunde Zeit? Der 24ste Theil des Raumes, den ein Punkt des Aequators bei einer Aendrehung der Erde zurücklegt. Vermittlerin dieser Verwandlung ist die Bewegung: durch sie wird jenes Stück Raum zurückgelegt; so entsteht die Zeit. Der Raum hat seine Vergangenheit und Zukunft gleich der Zeit; sie liegen in der Ferne des Raumes.

Unser Sonnensystem nähert sich im Laufe der Jahrtausende dem Sternbilde des Löwen (Zukunft); das Licht, welches uns heute gewisse Sterne sichtbar macht, ist schon vor Jahrtausenden von ihnen ausgegangen (Vergangenheit). Man sagt auch „ferne Zukunft“, „entlegene Vergangenheit“. Die Zeit ist eine unendliche Linie, der Raum ein unendlicher Würfel, dessen Mittelpunkt überall ist; die drei Linien, welche wir Länge, Breite, Tiefe nennen, sind sich ganz gleich und eine kann für die andere gelten. Das Zusammenfallen von Raum und Zeit in einem relativen Moment gibt den Ort. — Das Wesen der Dinge ist als ein Geistiges nicht in Raum und Zeit, aber als Erscheinung doch wieder in denselben.

29. Für Gott existirt weder Zeit noch Raum; er schaut Vergangenheit und Zukunft mit vollkommener Klarheit stets gegenwärtig und in jedem Gegenstand das All der Dinge. Wir vermögen die Vergangenheit nur als Erinnerung festzuhalten und die Zukunft nur durch Schlüsse zu erkennen; nur in manchen außerordentlichen Lebensmomenten mögen wir Geschehenes und Kommenendes als Gegenwärtiges schauen.

30. Zeit und Raum stehen zu bestimmten Künsten in Beziehung. Im Raume erscheint die Schönheit der Form und des Bildes, die ruhende Schönheit, so in der Menschengestalt, der Plastik, Architektur und Malerei; in der Zeit erscheint die Schönheit der Bewegung, so in der Musik und Poesie. Tanz und Mimik stellen sich zugleich in Raum und Zeit dar.

I. Allgemeiner Theil.

Materie, Organismus, Geist.

31. Der allgemeine Charakter alles Aeußerlichen, sinnlich Wahrnehmbaren ist Materialität, und wir setzen diese dem Innerlichen, Unsichtbaren, Geistigen entgegen. Man kann die Materie, in welcher sich Zeit, Raum und Bewegung durchbringen, auf welche als einen festen Grund Viele bauen, während sie doch das Unbeständigste und Veränderlichste ist, unter den Augen und Händen anders wird und für die Sinne wohl ganz verschwindet, zunächst als eine Combination bestimmter Qualitäten und Kräfte fassen, welche sinnlich wahrnehmbar wird, weil sie in den Sinnen ihr Entsprechendes hat. Die Sinne sind das Correlat der äußern Materie, darum erkennen und verstehen sich beide.

32. Da sehr verschiedene Combinationen von Kräften und Qualitäten denkbar sind, so gibt es sehr verschiedene Materien und schon deshalb sehr verschiedene Körper. Qualitäten nennen wir die scheinbar ruhenden, an den Dingen haftenden Bestimmungen (obwohl auch hier Alles Leben und Bewegung ist), z. B. Farben, Härte, Durchsichtigkeit. Fällt die Bewegung und Veränderung, weil sie stark genug ist, in unsere Sinne, so sprechen wir von Kräften.

33. Dringt man durch den sinnlichen Schein zur Bedeutung der Materie vor, so gelangt man zu der Erkenntniß, daß die Substanzen, an welchen jene Qualitäten und Kräfte haften, untheilbare einfache Wesen seien, welche für die Sinne, die ebenfalls

aus materiellen Substanzen bestehen, den Raum erfüllen, und daß die Raumerfüllung demnach ein Sinnenphänomen sei, unter dem wir vermöge unserer Organisation die Dinge anschauen müssen.

34. Ein Stück Metall, ein Stein z. B. kommen zu Stande durch Anziehungs- und Abstoßungskräfte jener kleinsten Wesen, die, weil sie in einem bestimmten Raume wirksam sind, diesen erfüllen. Mit den genannten sind aber noch andere Kräfte verbunden, die eben diese Art Stein oder Metall erscheinen lassen, zum Effect haben. Gegen das Licht, welches selbst nur eine bewegende Kraft ist, tritt z. B. dieser Rubin in eine solche Wechselwirkung, daß er das Licht als rothes zurückwirft, nämlich dessen Bewegung in der Art modificirt, welche wir rothes Licht nennen. So mit allen anderen Eigenschaften. Die sogen. Atomgewichte der Chemiker sind auch nichts Anderes als Kräftequantas, nach denen sie die Erscheinungen des chemischen Processes berechnen. Es liegt nahe, zuletzt Alles nur aus Kräften bestehen, nur Kräfte existiren zu lassen, geböten nicht bestimmte Erscheinungen, dieselben zugleich in punctueller Discretion vorzustellen.

35. Man kann wohl sagen, daß die Körper hauptsächlich durch den Zerstörungsproceß, den sie erfahren, sinnlich wahrnehmbar werden. Träten sie nicht in Wechselwirkung mit dem Lichte, so würden sie uns nicht sichtbar; die Bewegung ihrer Moleküle, durch welche sie hörbar werden, lockert deren Zusammenhang; riech- und schmeckbar werden sie nur durch Verflüchtigung und Auflösung; die Betastung, die Temperaturänderungen, welche uns die Körper fühlbar machen, müssen zuletzt auch ihre Zerstörung herbeiführen.

36. Ferner sind Kräfte oder Combinationen solcher denkbar, welche außer den Bereich der Sinne fallen, und es gibt auch sog. materielle Dinge, die für sich nicht oder nur theilweise sinnlich wahrnehmbar sind, deren Gegenwart aber durch sinnliche Veränderungen erkannt wird, welche sie an den Dingen hervorbringen, z. B. viele Gase, das unsichtbare Licht, der Magnetismus. Die Sinne entsprechen also nur einer bestimmten Zahl von Weltkräften und Weltwesen; nach beiden Seiten des Sinnenpectrums, um bildlich zu reden, fallen sinnlich unwahrnehmbare Dinge, die

eben so real existiren, als die sinnlich wahrnehmbaren. Wenn Jemand in seinen Planen auf entgegengesetzte Strebungen stößt, die ihn verhindern durchzubringen, so ist dieses ein eben so reales Hinderniß, als wenn ein Anderer beim Gehen nach einem Ziele durch eine Mauer aufgehalten wird. Jener erkennt das Hinderniß seiner Interessen klarer oder dunkler durch den Verstand, der von der Mauer Aufgehaltene erkennt das Hinderniß klarer oder dunkler etwa nach dem Grade der Beleuchtung, der Beschaffenheit der Oberfläche durch den Seh- oder Tastsinn. Verstand und Sinne erkennen also ihr Correlatives, das in diesen beiden Fällen ein außer dem Ich Befindliches ist. Wesen, welche die bewegenden Kräfte und Geseze der Welt mit Bewußtsein zu erkennen vermögen, nennt man geistige.

37. Die die Materie gestaltenden Kräfte der Welt geben ihre Wirkungen durch Hervorbringung einer unabsehbaren Menge concreter Formen kund. Die ursprünglichsten derselben, auf welchen sich die übrigen entwickeln, sind die Weltkörper, bei denen es schon zu einer bedeutenden Differenzirung der Stoffe kommt, welche ferner Bewegung, eine Art Organisation mit Stoffwechsel zwischen Festem, Flüssigem und Gasigem und eine Entwicklung wahrnehmen lassen. Auf ihnen erscheint eine unendliche Fülle nach Individualisirung strebender Formen, von welchen uns allein die auf der Erde vorhandenen bekannt sind, — sicher nur ein Minimaltheil aller — welche als Mineralkrystalle und organische Wesen verschiedener Stufen sich darstellen. Die Krystalle sind bereits, der Formlosigkeit von Luft und Wasser gegenüber, geschlossene Individuen. Die Organismen haben sämmtlich das Fortpflanzungsvermögen gemein, die Fähigkeit, ihre Art in einer Folge von Generationen fortzusetzen, dann das Vermögen, mit den Naturpotenzen in einen Verkehr zu treten, bei dem sie ihre Selbständigkeit behaupten, während jene Potenzen auf die Mineralien nur zerstörend und umwandelnd einwirken.

38. Die Pflanze hat nur ein objectives Dasein, empfindet sich nicht selbst und weiß nicht um sich selbst, wie das Thier, das zugleich von innen heraus sich zu bewegen vermag und allmählig durch reiche innere Gliederung und durch die Entwicklung eines das Bewußtsein möglich machenden Sinnen- und Nerven-

systems zu einem um sich selbst wissenden, sich frei bewegenden und handelnden Wesen wird. Der menschliche Organismus, die höchste Sprosse der irdischen Stufenleiter, wird zum messenden Werkzeug der Welt und zum entsprechenden Ausdruck des selbstbewußten Geistes.

39. Man kann der Pflanze nicht eine Seele zuschreiben, wie den Thieren und dem Menschen, weil zu einer Seele im wahren Sinn Bewußtsein gehört. Manche sagen zwar, die Pflanze habe unbewußten Willen und unbewußte Vorstellungen, — aber der Wille und die Vorstellung, welche durch die Pflanze sich kund geben, sind nur für uns unbewußt, in Wahrheit aber Wille und Vorstellung der göttlichen Schöpferkraft und Weltseele. Beseelte Wesen im eigentlichen Sinne sind nur der Mensch und die Thiere der höheren Thierkreise, welche nervöse Centralorgane entwickeln.

40. Die höchsten Kräfte der Seele werden wohl als Geist unterschieden. In diesem kommt es zur vollkommenen Zusammenfassung des Zerstreuten, zur Einigung des Mannigfaltigen. Der Körper zeigt, der Einfachheit des Geistes gegenüber, immer seine Zusammensetzung; es kommt in ihm bloß zu einer abstracten Einheit, erzeugt durch das Aneinanderwirken der verschiedenen Functionen; im Geiste ist diese Einheit zur Natur geworden. Im selbstbewußten Geiste ist das Ziel der irdischen Entwicklung erreicht und das Wesen erschienen, welches die anderen Erdenwesen begreift, sich selbst erscheint, betrachtet, bestimmt und sogar in den Naturlauf einzugreifen vermag. Der menschliche Geist durchdringt jedoch die Dinge bloß discursiv, höhere Geister werden sie intuitiv erfassen und Gott ist in Allem substantiell und schaffend.*) — Schelling sowohl als Hegel haben, weil sie nicht Naturforscher waren, das Universum und seine Geisterwelt viel zu klein, die Erde und den Menschen viel zu groß gefaßt und sind dadurch zu einer unrichtigen Weltanschauung gelangt.

*) Nemesius schrieb: „Nur der Mensch kann lernen; die Engel und Dämonen wissen, was sie wissen, durch ihre Natur.“

41. Natur und Geist vermögen aufeinander zu wirken, weil sie im Weltgrunde, aus dem alle Substanzen hervorgehen, geeinigt sind. Die Materie hat außer den in die Sinne fallenden noch feinere innerlichere Kräfte, und auf diese wirkt der Geist und mit

den gleichen wirkt auch sie auf ihn. Gewisse Kräfte der Materie erweisen sich dem Geistigen verwandt; so ist z. B. die Schwerkraft unsichtbar, unwägbar, Alles durchdringend, in unendliche Ferne wirkend und so gerade das, was man für das Greiflichste und Begreiflichste ansieht, ein mit Händen Unfaßbares. Auf der einen Seite steigert sich die Geisterwelt bis zu den höchsten Intelligenzen, der größten Klarheit, Leichtigkeit, Freiheit, auf der andern sinkt die Naturwelt bis zum Stein und Metall herunter, zur Dunkelheit, Schwere, Starrheit.

42. Die ungeheure Massenhaftigkeit und mechanische Nothwendigkeit der Natur hat nicht verhindert, den Geist zum Dasein und zum Gefühl der Freiheit kommen zu lassen, sie hat vielmehr seine sinnliche Erscheinung möglich gemacht, wobei die unteren Naturstufen zur Bedingung und Voraussetzung des geistigen Daseins als des eigentlichen Zieles der ganzen Entwicklung wurden. Wir fühlen uns gebrungen, die geistige Welt als das Werthvollste und Wichtigste anzusehen.

43. In allen Dingen ist aber neben dem Leiblichen auch Geistiges, weil in allen die gleiche schöpferische Urkraft ist. Die Schönheit und Regelmäßigkeit der Formen, die Neigungen, Sitten, Instincte der Naturwesen lassen auf einen geistigen Grund schließen. Man kann sich vorstellen, daß das Geistige das Innerste der Dinge sei, nicht räumlich, sondern der Bedeutung nach; es ist das Höhere, welches das Niedrigere bestimmt, durchleuchtet, das Feinere, Bewegliche gegenüber dem Schweren und Starren. Leibliches und Geistiges haben ihre eigenen Normen und Bewegungen, welche zusammenspielen und aufeinander wirken, ohne die besondere Form des Seins eines jeden aufzuheben.

44. Auf der höchsten Stufe der Betrachtung löst sich der absolute Gegensatz zwischen Innerem, Geistigem und Äußerem, Sinnlichem und wird zu einem relativen. Das was in den Sinnen wahrnimmt, ist doch wieder nur das Innere, Geistige; das Auge, das Ohr des Unaufmerksamen oder des Irren sieht oder hört die Gegenstände nicht oder unrichtig. Ferner ist auch das Äußere im Inneren: mittelst des Bewußtwerdens der Sinnesindrücke und durch die Einbildungskraft. Äußeres und Inneres sind demnach außer- neben- und ineinander. Insoferne der Geist des

Menschen, sein Innerstes, über die Grenzen des Leibes hinaus-
wirkt, ist er zugleich das Aeußerste.

45. Weil in allen Dingen das gleiche Urwesen ist, zeigen alle Verwandtschaft und die scheinbar heterogensten sind durch unzählige Zwischenglieder verbunden. In der unendlichen Verkettung ist nirgends eine Lücke, so daß Alle aufeinander wirken können und die Wirkungen der Einen sich auf Alle anderen fortpflanzen müßten, würden sie nicht durch Gegenwirkung beschränkt und aufgehoben.

46. Aus dem angeführten Grunde ist auch jedes Wesen seiner Idee nach ewig, unendlich, unergründlich, hingegen in dem Accidens, der Erscheinung, ist es endlich und beschränkt. Wir vermögen nicht einmal das Dasein eines Infusoriums oder einer Alge vollkommen zu erfassen; schon bei der sinnlichen Erkenntniß offenbaren neue Methoden und Hilfsmittel der Untersuchung an denselben Gegenständen immer neue Seiten und Eigenschaften, z. B. stärkere Mikroskope oder Fernröhren immer neues Detail.

47. Durch das ganze Universum geht eine unermessliche Menge von Bestimmungen nach Maß und Gewicht, Zahl und Zeit, in der Anordnung der Weltssysteme, den Entfernungen der Planeten von der Sonne, den Verhältnissen, unter welchen sich die Stoffe verbinden, den Dimensionen, in denen sie zu Krystallen erstarren, den Lebensepochen und der Lebensdauer der organischen Wesen. Alle Dinge lassen sich daher wie in Begriffen, so auch in Zahlen ausdrücken; in der Welt verkündet sich ein logisch-mathematischer Geist.*)

*) Die B. 103—5 des ersten Gesanges des Paradiso von Dante lauten:

... „Die Dinge sammt und sonders stehen
In Ordnung unter sich und eben sie ist
Die Form, durch die das Weltall Gott wird ähnlich.“

48. Die Verhältnisse in der Natur, auch die größten, lassen sich übrigens selten rund und nett mit unseren einfachen Zahlen bezeichnen, sehr häufig sind hiezu Brüche nothwendig, manchmal Bruchtheile von Secunden, um z. B. das Jahr eines Planeten anzugeben. Oft kommen Bestimmungen vor, die uns sonderbar dünken, irrationale Größen, Verletzungen der Symmetrie und

Uebereinstimmung, wie diese unseren Bedürfnissen und Anschauungen entspricht.

49. Die Welt ist aber nicht bloß ein logisch-mathematisches, sondern wegen des schöpferischen Principes in ihr ein logisch-mathematisch-poetisches Ganzes, ein durchdachtes, nach Maß und Zahl gegliedertes Kunstwerk. Im Weltall ist Poesie, neben dem Gesetz Freiheit, neben der Regel Abweichung, am deutlichsten erkennbar in der organischen Natur. Nicht bloß das Gesetz bestimmt, sondern es wird auch der Schönheit, Mannigfaltigkeit, Laune, selbst der Seltsamkeit und Ironie Rechnung getragen. Logik und Phantasie treten uns in der Natur überall entgegen, Bedanterie nirgends. Nur indem Kepler glaubte, daß im Planetensystem Vernunft sei, wurde es ihm möglich, seine großen Entdeckungen zu machen. Eine mehr oder weniger bestimmte Ueberzeugung von der Vernunft in der Natur wohnt jedem Naturforscher ein.

50. Auf den verschiedensten Stufen des Seins entwickeln die zwei Principien der Individuation und Association ihre Wirksamkeit. *) Im unendlichen Raum vereinigt sich der Stoff zu individuellen Körpern, in der organischen und geistigen Welt ringt Alles nach Individualität. Im Mineralreich sehen wir dieses Streben bis in die mikroskopische Region; allerkleinste Theilchen gewinnen durch Abscheidung aus dem Magma ein isolirtes Dasein; man sieht alle Zwischenstufen von der beginnenden Discretion bis zu entschiedener Krystallbildung; hier wie anderwärts ist ferner keines der unendlich vielen Individuen den anderen ganz gleich.

*) P e r t y in Mittheilungen der Berner naturforschenden Gesellschaft, 1868, S. 33 ff.

51. Die aus der gestaltlosen Substanz, aus der abstracten Allgemeinheit sich erhebenden Individuen treten sehr häufig in Vereine zusammen, associiren sich, bald indem etwa gleichwerthige ein größeres Ganzes bilden oder indem geringere sich um ein bedeutenderes Individuum gruppiren, wie in Krystallgruppen, in Weltkörpersystemen, in den Vereinen vernünftiger Wesen dieß auf gleiche Weise geschieht. Aus kleineren Vereinen entstehen größere und größte. Jeder höhere Organismus besteht aus

einer unzählbaren Menge individualisirter Elementartheile, die nach ihrer Verwandtschaft in kleinere und größere Vereine geordnet sind.

Der allgemeine Zusammenhang und die Wechselwirkung der Wesen.

52. Das Universum ist ein unermessliches System eng ver-
schlungener Ursachen und Wirkungen, in welchem Jedes mit Allem
und Alles mit Jedem zusammenhängt, die leiseste Erregung sich
von dem Einen zu den Uebrigen fortpflanzt, in ungezählten, sich
durchkreuzenden Schwingungen. Die Wirkungen werden zu Ur-
sachen neuer Wirkungen in unendlicher Verkettung und nichts
was geschieht, geschieht nur im Theile, sondern immer auch im
Ganzen; der Tod der Einen wird zum Leben für die Anderen.

53. Alle Wesen sind voneinander abhängig und bestimmen
sich gegenseitig, so aber, daß immer nur solche aufeinander wirken,
welche der Natur nach gleich, der Form nach verschieden sind.
Zwei in Wesen und Form ganz gleiche Dinge könnten wegen
ihrer vollkommenen Identität, zwei in Wesen und Form ganz un-
gleiche wegen ihrer vollkommenen Differenz in keine Wechsel-
wirkung treten. — Das absolute Sein vermögen die endlichen
Wesen nicht zu bestimmen und zu verändern, obwohl sie durch
den Antheil an demselben, der in ihnen ist, mit ihm in Zusammen-
hang stehen.

54. Kein Ding ist in der Welt absolut nothwendig.
Es können Arten von Pflanzen und Thieren, ja ganze Reichen
solcher verschwinden, ohne daß die Schöpfung in Verwirrung
geräth. In einem Organismus können selbst wichtige Theile ver-
loren gehen, ohne den Tod des Ganzen herbeizuführen: andere
Theile vicariren für die verlorenen oder erkrankten, andere
Arten treten an die Stelle der verschwundenen.

55. Jedes Wesen hat eine Unvollkommenheit, einen Mangel
in sich und sucht sich deshalb durch andere zu ergänzen, fühlt zu
diesen eine Spannung, einen Sehnsuchtszug, wie er z. B. in
den chemischen Verbindungen, in der Athmung, Ernährung, dem

Geschlechtsverhältniß so deutlich sich kund gibt, wohl auch in dem Zuge, der gewisse Thiere an den Menschen knüpft, und bei letzterem in der ahnungsvollen Sehnsucht nach einem Zustand der Seligkeit und Vollkommenheit.

56. Alles höhere Dasein wird in der Natur nur durch Beschränkung und Beeinträchtigung des niedrigeren möglich, besteht nur durch Benutzung oder Vernichtung des niedrigeren. Die unorganischen Substanzen sind die natürliche Grundlage aller höheren Stufen; die Pflanze ist zunächst mit der Elementarwelt verbunden und befriedigt aus dieser ihr Bedürfniß, das Thier bedarf die Pflanze oder den Leib anderer Thiere, der Mensch beide organische Reiche als Unterlage seiner Existenz.

57. Ist auch Alles demselben Weltgrunde entsprungen, wirkt in Allem dieselbe ideal-reale Macht, so haben doch die Einzelbinge eine selbständige Existenz so sehr, daß sie auch gegeneinander zu wirken vermögen. Es wäre jedoch einseitig, immer nur von einem „Kampf um das Dasein“ zu sprechen, da nicht bloß gegenseitige Beschränkung und Vernichtung, sondern in gleichem, ja höherem Maße auch Förderung der Existenz durch die Anderen stattfindet. Der Baum, der anderen Pflanzen Raum und Nahrung schmälert, gibt ihnen auch Schutz und Schatten, die Insecten, welche als Larven die Pflanzen zerstören, befördern häufig im vollkommenen Zustande deren Befruchtung u. s. w. Hielten die erhaltenden und fördernden Kräfte den störenden nicht vollkommen das Gleichgewicht, so hätte die organische Natur längst ihr Ende gefunden.

58. Bei der Wirkung der Wesen aufeinander sucht jedes das andere, so ferne es sich nicht mit ihm zu einer höheren Einheit vereint oder es vernichtet, mit seinem eigenen Sein zu erfüllen, zu seines Gleichen zu machen. So macht das Licht die Körper leuchten oder ruft in ihnen Farben, Wärme und Electricität hervor, in den organischen Wesen Duft, höhern Lebensschwung, im Auge erweckt es dessen ihm entsprechende Energie, wohl auch subjective Lichter und Farben. Die Wärme setzt in den Körpern ihre eigene Form: Ausdehnung, auf welcher auch das durch sie vermittelte Wachsthum beruht. Der magnetische und elektrische Strom rufen in den Körpern die gleiche Bewegung hervor oder verwandte, Licht, Wärme, chemischen Proceß. Ein Krystall be-

stimmt den gestaltlosen Stoff zur Anlegung um ihn selbst oder zur Bildung neuer Krystalle. Die Metalle rufen im Organismus das Unorganische hervor, sind fast sämmtlich dem Leben feindlich, am meisten die leichter flüchtigen, vor allen der dem Eisen total entgegengesetzte Arsenik. Das Wasser setzt in den Körpern seine Cohäsionsform; eine Wolke befördert die Bildung anderer, so daß mit unglaublicher Schnelligkeit, wie durch ansteckende Kraft über weite Gegenden sich der Luftkreis verbunkelt. Die Luft verwandelt die aufsteigenden Stoffe in sich oder neutralisirt sie oder gibt ihnen wenigstens Gasform.

Arzneien und Gifte rufen im Organismus ihre eigene Natur hervor, die oft so fremdartig ist, daß sie das Leben des Organismus gefährdet. Die Hundswuth erregt im Ergriffenen den Speichelfluß und die Weißwuth des wüthenden Hundes; ein von einer Tarantel Gestochener sah stets das Bild des Thieres im Spiegel. Moschus, Zibeth, Castoreum, Secretionen eines vehementen Naturells, rufen im Aufnehmenden ebenfalls Aufregung hervor. Die einmal erzeugte Krankheit breitet sich aus; ein entzündeter oder brandiger Theil setzt seine Umgebung in Entzündung oder Brand. Bildet die Krankheit ein Contagium oder inficirt sie die Atmosphäre um den Kranken, so kann sie ansteckend werden. In der Ernährung und Blutbildung findet eine stufenweise Verähnlichung der in den Organismus eingegangenen Substanzen statt; gebildete Zellen bestimmen in und außer sich das Plasma zu neuer Zellenbildung.

59. Am augenfälligsten durchdringen sich die lebenden Mächte bei der Zeugung. Nicht bloß die Eltern zeugen, sondern auch ein Complex äußerer Dinge zeugt mit: Land, Klima, Jahreszeit, Umgebung, oft in solchem Maße, daß das Product nur wenig von der Beschaffenheit, den Neigungen und Trieben der Eltern hat.

60. Die Potenzen des Menschen zeugen ebenfalls ineinander. Der Körper wirkt in der Seele das Entsprechende; seine Gesundheit fördert, seine Krankheit trübt und schwächt ihre Thätigkeit. Bestimmte Krankheiten des Leibes erzeugen besondere Stimmungen in der Seele; jedes Organ zeugt wieder besonders in ihr, spiegelt sein Leben in dem ihren; ja die ganze äußere Welt bildet sich der Seele ein, weshalb jedes Volk seine eigene Gefühls- und Gedankenwelt hat.

61. Die Seele zeugt wieder im Körper; ihre Angst und Beklemmung erregt das Analoge in ihm, z. B. Stockung des Athmens und Blutlaufs, Muskelschwäche. Manche Affecte vermehren die Secretionen oder beschleunigen die Bewegung. Sittliche Krankheiten erzeugen öfters körperliche im entsprechenden Organentkreis. Unsere Seele vermag in Anderen zu zeugen; Gutes wie Böses hat eine ansteckende Kraft und die That ruft häufig gleiche Thaten hervor.

62. Die Wechselwirkung von Geist und Leib wird begreiflich, wenn beide als identisch in ihrem Grundwesen, in Form und Erscheinung hingegen verschieden gedacht werden. Das Grundwesen in beiden ist weder Geist noch Leib, sondern das Identische beider. Deshalb kann die Materie geistig verklärt, in den Geist erhoben werden und der Geist vermag sich in sie herabzulassen. Bewegungen im Körper rufen entsprechende im Geiste hervor und die Denkbewegung ist mit Bewegung der Hirnsubstanz verbunden.

63. Weil in allen Dingen der absolute Geist ist, sind sie nicht nur belebt, sondern auch geistig. Je innerlicher eine Kraft, desto freier ist sie von Raum und Zeit und desto schneller durchwirkt sie das Niedrigere. Homologe Sphären der verschiedensten Dinge wirken aufeinander um so rascher, je innerlicher und feiner sie sind, am meisten der Geist auf den Geist. — Manche Thiere und Menschen haben Vorgefühl von Witterungsveränderungen, lange bevor sie eintreten, weil ihre inneren Kräfte mit den entsprechenden der Erde und Luft in Wechselwirkung treten, während bei der Mehrzahl der Thiere und Menschen bloß die äußeren Kräfte aufeinander wirken. Die ununterbrochene Wechselwirkung der Weltwesen aufeinander ist nicht durch bloße Causalität, sondern durch die höchste Vernunft bestimmt, und steht im Verhältniß der Finalität, indem sie den höchsten Zweck fördert.

Das allgemeine Leben.

64. Jedes Wesen ist durch seine Substanz ein Thätiges, Andere Bestimmendes, durch seine Form ein Beschränktes, Leidendes, Bestimmtes, jedes verhält sich dem andern gegenüber

zugleich als Ursache und als Wirkung. Hierdurch entsteht das allgemeine Leben in der Natur.

65. Selbst der Stein und das Metall zeigen dieses durch den Zusammenhang ihrer Theile, die Reaction gegen äußere Potenzen, die Schwere, den chemischen Proceß u. Alle Atome der Welt sind in beständiger Bewegung, unaufhörlicher Mischung und Entmischung; es ist in ihnen ein ewiges Ziehen und Drängen, Sichanziehen und Abstoßen, Gruppiren und Lösen, wodurch bald Vereinigung der Kraftwirkung bestimmter Gruppen, bald Bindung der Kraft, Neutralisation, hergestellt wird. Daher die Bezeichnungen freie und gebundene, wirkende und latente Kraft u. Die ganze Natur lebt, weil alle Materie lebt.

66. Die Stoffe, einst in so mächtiger Wechselwirkung, haben jetzt im Erdkörper durch die vollzogenen Verbindungen theilweise Ruhe gefunden. Wo immer aber auf sie lösende Mittel oder erhöhte Temperatur wirken, da leben die Theilchen des Erzklumpens, des Felsens wieder auf und äußern die mächtigsten Wirkungen. Viele Metalle erhizen sich bei Berührung mit anderen Stoffen bis zum Glühen und zur lichten Flamme; so das fein zertheilte Antimon in Chlorgas, Phosphor auf Brom. Eisen in feiner Zertheilung, Uran, Nickel, Kobalt, ja vielleicht alle chemischen Elemente, könnten wir sie in ihren ursprünglichen Zustand zurückführen, glühen mit Sauerstoff in Berührung gebracht. So auch manche zusammengesetzte Substanzen mit anderen: Kalk oder Baryt mit Salzsäure, Pottasche mit Schwefelsäure. Die Erde zeigt in den Mineralgebilden die Resultate ihrer Feuer- und Wasserproceffe.

67. Man kann nicht von einer „todten und lebenden Natur“ sprechen, da es nur eine lebende gibt. Es ist Unsinn, die Stoffe, welche sich unaufhörlich mischen und entmischen und hiebei Electricität, Licht, neue Farben und Gestalten entwickeln, Licht, Magnetismus, Electricität, welche mit Gedankenschnelle die größten Veränderungen hervorbringen, die Weltkörper, welche im mächtigen Fluge nach unbekannten Zielen eilen und eine Entwicklung durchlaufen, — als todte Natur zu bezeichnen. Sie leben nur ein anderes Leben als Pflanzen, Thiere, Menschen, die man nur

deshalb ausschließlich lebendige nennt, weil hier die Lebensflamme, im kleinen Raum zusammengebrängt, für das schwächere Auge leichter wahrnehmbar ist.

Bewegung und Entwicklung.

68. Durch die zeitliche Entfaltung des zuerst bloß in der Idee Vorhandenen und die Wiederauflösung des Existirenden ergibt sich im Universum allgemeine Bewegung. Die Verhältnisse der Dinge wechseln unaufhörlich, die Stoffe binden und lösen sich fortwährend, die Organismen werden und vergehen. Hierdurch entsteht ein unermessliches System von Bewegungen, von welchen die einen sich fördern, die anderen bis zur Aufhebung sich stören, während die Bewegung des Ganzen, die Resultante aller einzelnen Bewegungen, ohne Ende fortwährt.

69. Die Ruhe vieler Körper ist nur scheinbar; jeder Stein z. B. bewegt sich in Wahrheit mit allen Stein- und Erzmassen der Erde reisend schnell durch den Weltraum und ruht nur relativ in Bezug auf seine Nachbarn, weil diese Anziehung durch den Schwerezug der Erde unmerklich gemacht wird. Die kosmischen Bewegungen sind zum Theil sehr complicirt; unsere Erde bewegt sich um ihre Axe und um die Sonne und zugleich mit dieser durch den Weltraum, beschreibt also eine Art Cycloide. Auf und in der Erde geschehen die verschiedensten Bewegungen; sie ist ein durch und durch, in allen Atomen Bewegtes.

70. Bei der Entwicklung eines Organismus oder Weltkörpers finden zahlreiche Bewegungen statt; jedes organische System hat, so zu sagen, seine eigene Bahn und alle verschlingen sich zu einem harmonischen Ganzen. Den Lebenslauf kann man sich als eine Spirallinie vorstellen, deren Endpunkte Zeugung und Tod sind. Die Epochen des Lebenslaufes sind den Ringen dieser Spirale vergleichbar und in jedem Wesen von specifischer Größe. Bei jedem Umschwung gewinnt die Entwicklung für kurze Zeit neue Stärke, der Kampf der Grundkräfte entbrennt heftiger, das Dasein des Wesens wird ernster als sonst in Frage gestellt; die Bewegung durch diese Knotenpunkte der Lebensbahn gibt die Krisen, zwischen welchen der Strom der Entwicklung ruhiger

fließt und manchmal sogar still zu stehen scheint. Stürmische Bewegungen ohne erkennbare Periodicität heißen Katastrophen. Diese sowohl als die Krisen bereiten sich unmerklich vor; allmählig werden die Gegensätze schroffer, die Spannung wird größer, bis die Ausgleichung erfolgt, welche einen neuen Zustand bringt. Der Friede währt so lange, bis aus der erlangten Gleichartigkeit sich neue Gegensätze entwickelt haben, die ihre Ausgleichung in einer abermaligen Krise oder Katastrophe suchen. Durch abwechselnde Differenzirung und Ausgleichung schreitet die Lebensbewegung der Organismen und der Weltkörper fort; all' ihre Entwicklungsvorgänge sind mit Wehen verbunden.

71. Wenn die bildende Kraft sich eine Zeitlang in gewissen Bahnen und Formen bethätigt hat, so bricht sie in einem kritischen Umschwung zu neuen durch. Dann ändert sich die Position aller Factoren, neue Prototypen und Qualitäten und noch nicht da gewesene Verbindungen treten aus dem gedankenhaften Reiche des Möglichen in die wirkliche Welt, aus dem Jenseits in das Diesseits ein und neben ihnen behaupten sich unter neuen Zuständen und Umgebungen Reste der Vergangenheit. So verändert sich die Erde, die organische Natur, die Menschheit, selbst der Anblick des Sternhimmels.

72. Alle Bewegung und Entwicklung steht wieder unter der finalen Bestimmung des höchsten Vernunftzweckes. Die Katastrophen und Krisen bei der Erdbildung hatten als Ziel den gegenwärtigen Zustand heiterer Ruhe und Ordnung, welche die erstaunliche Fülle und Mannigfaltigkeit einer hoch entwickelten Organisation möglich macht; der geschichtliche Proceß der Menschheit hat zum Ziel den Sieg des Rechtes und der vernünftigen Freiheit. Alle Mißgriffe, Abirrungen und Gegenstrebungen heben sich machtlos auf und nach jeder Krümmung der Bahn erscheint wieder in unvergänglicher Schönheit das höchste Ziel. So gewiß die Erde zu Ordnung und Harmonie gelangt ist, so gewiß wird auch die Menschheit sich jenem Ideale immer mehr nähern.

73. Wo sich verschiedene Mächte bekämpfen, da entstehen Ungleichheiten, Höhen und Tiefen, Spitzen und Abgründe, da steigen neue Bildungen auf. Durch den Kampf entgegengesetzter Principien sind die Gebirge der Erde und des Mondes entstanden.

Fließt ein Strom breit und ohne Hindernisse, so ist sein Spiegel schön und ruhig; wird er eingengt oder fallen Felsen in sein Bett, so werden seine Wasser unruhig und schlagen Wellen. Die Melodie fließt ruhig und sanft, wenn ein Grundgedanke durchgeführt wird, wird aber bewegt und verwickelt, wenn contrastirende Stimmen eintreten.

74. Je größer die Dinge oder Complexe von Dingen, desto langsamer verändern sie sich für unsere Wahrnehmung, d. h. obwohl in jedem Moment Verrückung erfolgt, so bedarf es doch geraume Zeit, bis sie groß genug ist, um zu unserer Anschauung zu gelangen. Für die Metamorphosen eines Infusoriums genügen Stunden, ein Baum bedarf schon Jahre, um sein Ansehen bedeutend zu ändern, die Erde Jahrhunderte, der Sternhimmel Jahrtausende.

75. Die Verwandlungen der sichtbaren Dinge, der Welt selbst erfolgen, wenn die ihnen zu Grunde liegenden Ideen und wirkenden Kräfte sich ändern. Im menschlichen Geiste erlöschen Ideen, nachdem sie einige Zeit bestanden, auf immer oder werden latent, ruhen gleichsam auf dem Grunde des Gedankenmeeres, bis sie durch eigene Bewegung oder auf fremden Anstoß wieder auftauchen. Mit den Ideen eines Menschen ändert sich auch sein Thun, mit den Ideen Gottes ändert sich die Welt. Im absoluten Geiste sind zwar alle Gedanken ewig gegenwärtig, aber in jeder Weltepöche wird nur ein Theil offenbar.

Analogieen der elementarischen, organischen und geistigen Welt.

76. Da nur eine Welt existirt, deren Grundwesen überall das gleiche ist, so müssen für die verschiedenen Stufen und Erscheinungsformen Analogieen bestehen.

77. So hat z. B. das Licht auf der organischen Stufe den Seh sinn zum Correlat, in der geistigen das Wahrnehmen, Erkennen und Bewußtwerden. Die einzelnen Farben kann man den verschiedenen Auffassungsweisen vergleichen, die zusammen die vollständige Erkenntniß geben, wie jene das weiße Licht. Die Anziehung hat ihr Analogon in der organischen und geistigen

Welt in der Ernährung und dem Begehren. Der Wärme entsprechen Empfindung und Gefühl; wie die Wärme in der materiellen Welt alles Starre und Abgeschlossene löst, so erweitert das Mitgefühl die Herzen, hebt den strengen Unterschied der Formen auf, verähnlicht die Zustände oder macht sie gleich. Wie Wärme und Kälte in der physischen Welt, so theilen sich Freude und Schmerz in der psychischen mit; der Wärmecapacität der Körper entspricht das Temperament.

78. Die Elektricität hat in der organischen und geistigen Welt die Nervenreizbarkeit und die Erregbarkeit des Gemüthes zum Gegenbild. Die Körper sind unendlich verschieden nach ihrer elektrischen Spannung, eben so die Geister nach ihrer Erregbarkeit. Wie die Affecte und Leidenschaften, so weichen auch die elektrischen Erscheinungen in ihrer Intensität ungemein ab, vom leisen Anziehen und Abstoßen bis zum furchtbaren Strom, der alles Hemmende zerschmettert und vernichtet. Wie die Leidenschaft in der Befriedigung erlischt, so die Elektricität, wenn sie sich mit der entgegengesetzten ausgeglichen hat, welche Analogie bei gewaltigeren Leidenschaften, z. B. Zorn und Liebe, besonders deutlich ist. Wie der gleiche Körper gegen einen zweiten negativ, gegen einen dritten positiv elektrisch sich verhalten kann, so auch das Gemüth nach Umständen anziehend oder abstoßend. Gleich dem Affect ist auch die Elektricität ein Wechselndes; ihr Proceß erlischt im Funken, wie der Affect im Ausbruch. Die Elektricität wird durch Berührung und Friction erregt, die Leidenschaft durch Beisammensein und Reibung. Aufhebung der Cohäsion materieller Körper, Trennung verbundener Gemüther führt analoge Phänomene herbei.

79. Im Sinnensystem entspricht der Elektricität der Geruchssinn, im Erdorganismus die Atmosphäre mit ihrem nie ruhenden elektrischen Proceß. Die Elektricität der Zitterfische, welche Beute und Feinde durch Schläge tödten, ist ein Verbindungsglied zwischen der unorganischen und der seelischen Natur; hier dient der elementare Proceß unmittelbar dem ihm analogen Affect.

80. Dem Magnetismus scheint in der geistigen Welt der Charakter vergleichbar, der ebenfalls einfach und beharrlich ist. Im Erbkörper ist der Magnetismus vorzüglich an das harte,

weit verbreitete, gegen Norden mehr angehäufte Eisen gebunden; auch die Polarlichter sind am Nordpol häufiger und intensiver. Die magnetischen Pole fallen fast mit den Polen der Erdoberfläche, einem der beständigsten astronomischen Elemente, zusammen. Bei den nördlichen Völkern überwiegt, im Vergleich mit den südlichen, Kraft und Charakter.

81. Dem chemischen Proceß der elementaren Natur geht ein eben so verwickelter in der organischen parallel, der als Stoffwechsel bezeichnet wird. In beiden kann man Einleitung, Fortgang und Resultat unterscheiden. Jede Pflanze und jedes Thier gewinnt die Substanzen, die seinen chemischen Proceß unterhalten, aus anderen Quellen und auf andere Weise, und die Arten dieses Processes sind so verschieden wie die der organischen Natur. Daß die körperlichen Systeme und Apparate in besonderer Beziehung zum Seelenleben stehen, daß die verschiedenen Seiten dieses letztern sich in jenen wieder spiegeln, gleichsam deren Verleiblichung sind, hat schon Hegel hervorgehoben.

82. In der geistigen Welt entspricht dem Chemismus das Gemüthsleben überhaupt; das Gemüth ist gleich einer zusammengesetzten chemischen Verbindung vielfacher Einwirkung und Rückwirkung fähig. Die einzelnen Eindrücke wirken auf dieses Gemüth so, auf ein zweites, drittes, viertes anders und jedes reagirt auf den gleichen Eindruck auf verschiedene Weise. Derselbe Proceß wiederholt sich in größeren und in den größten Kreisen der Menschheit, also im Völkerleben, — erfährt jedoch auf der Stufe des Menschen eine Modification durch den Intellekt. In der Stoffwelt ist jedem Elemente und jeder Verbindung Lieben und Hassen, Anziehen und Abstoßen nach Maaß, Zahl und Zeit bestimmt, in der Menschenwelt modificiren Verstand und Erkenntniß die Bewegungen des Gemüths.

83. Der chemische Proceß ist wie der gemüthliche einer Gesetzmäßigkeit unterworfen, beide haben ihre Logik und Dialektik, beide sind einem Urtheil nach Subject, Prädicat und Copula vergleichbar. Wie der Geist des Menschen beständig seine Urtheile auflöst und wieder neue fällt, so löst der universelle Geist fortwährend die Massen und Formen auf und combinirt sie neu, was die praktische Seite des Denkprocesses in der Natur ist.

84. Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus rufen sich gegenseitig hervor, gehen ineinander über, treten zum Theil auch bei mechanischen Aenderungen ein: Elektricität z. B. bei Zerreißung von Karten- oder Glimmerblättern, sie und die anderen Vorgänge auch bei Schlag, Druck, Reibung, Veränderung des Cohäsionszustandes. So greifen nun auch die analogen Proceßse in den Organismen ineinander und können sich die gemüthlichen und geistigen Zustände wechselseitig hervorrufen und ineinander übergehen, weil sie alle auf dem Boden derselben Welt wurzeln. So bricht die Leidenschaft in Erkenntniß aus, wie die Elektricität in Licht, oder regt die Kraft auf, wie die Elektricität den Magnetismus; umgekehrt kann die Erkenntniß wieder die Leidenschaft aufregen.

85. Der tiefe Instinct der Sprachen hat längst die geistige Bedeutung der Elementarerscheinungen erkannt und von dieser Erkenntniß vielfache Anwendung gemacht. Man spricht von Erleuchtung, lichtvoller Klarheit, elektrischer Aufregung, magnetischem Zuge, von weichen, harten, unbiegsamen, elastischen Charakteren, von saurem, süßem, bitterem, scharfem Verhalten, von Setzung, Aufhebung, Bildung, von Flüssig- und Festwerden der Begriffe, Auflösung alter Formen, Krystallisiren neuer Verbindungen, von Scheidung, Zersetzung des Unverträglichen u. im dunkeln, doch sichern Gefühl der Wahrheit des Ausdrucks.

86. Ist aber diese Anschauung die richtige, so darf man wohl eher von Parallelererscheinungen als von bloßen Analogieen in der elementaren, organischen und geistigen Sphäre sprechen, und dann werden auch die allen dreien zu Grunde liegenden Gesetze mehr im Ausdruck als im Wesen verschieden sein.

Die Zweckmäßigkeit in der Natur.

87. Die Uebertreibungen einer falschen Teleologie haben in neuer Zeit die Wahrheit des Zweckbegriffes zweifelhaft erscheinen lassen, obwohl schon Hegel dessen Berechtigung erwiesen hat, wenn er sagt: „Die falsche Teleologie faßt die Natur bloß äußerlich, so wenn man sagt, die Schafe haben Wolle, damit

wir uns kleiden können, die Korkeichen sind für Flaschenstöpsel da. Der wahre Zweckbegriff, als den natürlichen Dingen innerlich, ist die einfache Bestimmtheit derselben, z. B. der Keim einer Pflanze, welcher der realen Möglichkeit nach Alles enthält, was am Baume herauskommen soll, also als zweckmäßige Thätigkeit nur auf die Selbsterhaltung gerichtet ist. Diesen Begriff des Zweckes hat auch Aristoteles schon in der Natur erkannt, und diese Wirksamkeit nennt er die Natur eines Dinges.“*)

*) Naturphilosophie, herausgeg. von Michelet, 2. Aufl., Berlin 1847, S. 245.

88. Ist das Auge etwa nicht zum Sehen gebildet? Ist der Same nicht der Zweck der Blüthe? In der Befruchtung der Pflanzen durch Insecten, die ihren Honig genießen, ist wechselseitige Zweckerfüllung beabsichtigt, unzählbare mechanische Vorrichtungen der sinnreichsten Art verfolgen dasselbe Ziel. *Vallisneria* blüht um die Zeit, wo die Atmosphäre durch Winde bewegt ist, welche die männlichen Blüthen zu den weiblichen treiben, *Ambrosinia Bassii* in der Regenzeit, wo das Regenwasser ihre kahnförmige, auf dem Wasser schwimmende Blumenscheide erfüllen kann. Die Flügel des Kolbens sind mit dieser bis auf ein kleines Loch verwachsen, und sie wird dadurch in eine obere Kammer getheilt, in welcher sich der Fruchtknoten befindet, und in eine untere, in der die Staubfäden stehen. Indem der Regen die untere Kammer und die obere zum Theil erfüllt, werden die schwimmenden Pollenkörper zur Narbe emporgehoben. (Schleiden.) Das sind Beispiele, wo das Leben der Pflanzen in eine Verbindung mit dem Leben der Erde selbst gesetzt ist.

89. Unzählige Zweckbestimmungen unzweifelhaftester Art gehen durch die ganze Natur, nicht bloß, wie Manche wähnen, durch die organische, sondern auch die unorganische, welche zugleich im Großen und Ganzen in ein teleologisches Verhältniß zur organischen gebracht ist.*) Am deutlichsten tritt der Teleologismus im Thierreiche hervor, wo zahllose Einrichtungen, Organe und Apparate zu ganz speciellen Zwecken vorhanden sind, gar nicht ohne diese begriffen werden können. „Es ist thöricht, statt eine mit vollendeter Weisheit beabsichtigte Anordnung der Muskeln anzuerkennen, zu sagen: die Contractilität der Muskeln sei ledig-

lich eine Folge ihrer einmal vorhandenen Structur, die Harmonie der Bewegung ein glückliches Product ihrer Lagerung, oder an Bestimmung von Herz, Magen, Eingeweiden zu zweifeln.... Es ist eine thörichte Langweiligkeit, gegen jede Gestalt des Zweckbegriffes auf dem Gebiete des Lebens sich zu sträuben, dessen Einrichtung viel mehr nach allen Seiten hin unaufhörlich auf die absichtlichste Zweckmäßigkeit hindeutet, und dessen Erforschung ohne die Voraussetzung derselben eine Unmöglichkeit sein würde." Gern wird man aber Locke beistimmen, daß der Teleologismus in der Natur nicht das einzige Princip sei, daß die Natur auch Zweckloses, für einen ideellen Zweck selbst Verkehrtes wirke, indem eben jede Kraft ihre Wirkung fortsetzt, unbekümmert um das Resultat, — und diese Beschränkung des Zweckprincips ist es, welche die verneinenden Geister zu seiner Leugnung treibt. „Nur durch eine glückliche Zusammenordnung der Mittel, so daß ihre Zweckwidrigkeiten sich aufhoben, könnte die Natur aus ihren Gebilden jede Zufälligkeit entfernen, aber wir werden in der Betrachtung der einzelnen Lebenserscheinungen finden, daß sie diese Vermeidung des Zwecklosen nicht selbst für einen ihrer höchsten Zwecke ansieht, und daß deshalb die Voraussetzung einer ununterbrochenen Teleologie in allen Einzelheiten des Lebens sich nicht bestätigt.“**)

*) Schön ist Bischof's Schilderung der Nachtheile, welche ein größerer oder geringerer Grad von Durchsichtigkeit der Luft, als den sie wirklich besitzt, für uns haben würde. Auch dieses Verhältniß ist also in genauen Einklang mit den Bedürfnissen der lebenden Wesen, namentlich des Menschen, gebracht.

**) Locke, Allgem. Physiologie, S. 51. 55.

90. Eine absolute Zweckmäßigkeit jeder Einrichtung strebt die Natur nicht an, weil eine solche die Erreichung anderer Zwecke beeinträchtigen würde, abgesehen von dem Widerstand der Materie, deren Geseze unabänderlich sind, und die nur innerhalb dieser Geseze verwendet werden kann.

91. Wer den unrichtigen Maßstab absoluter Vollkommenheit an die Natur legt, muß in der Zweckmäßigkeitsfrage zu unrichtigen Urtheilen gelangen; denn Harvey's Satz: *natura divina et perfecta, semper sibi consona* ist nur bedingt richtig. Daher die

Aussprüche der Zweifler, daß eine Welt nicht zweckmäßig gebaut sein könne, in welcher Krankheit, Elend und Tod vorkommen, Millionen Reime nicht zur Entwicklung gelangen, in welcher das Schwächere untergehe und nur das Stärkere sich behaupte. Die Zweckmäßigkeit, heißt es, wo wir sie treffen, wird nicht etwa durch höhere Weisheit hergestellt, sondern durch Mittel, „welche ihrem logischen Gehalt nach entschieden und klar die niedrigsten sind, welche wir kennen“. Die so Sprechenden sollten bedenken, daß die Erde mit ihrer Organisation ein in der Entwicklung begriffenes System ist, in welchem alles Einzelne nicht bloß um seiner selbst willen, sondern auch des großen Ganzen wegen da ist, welches durch stete Umwandlung höhere Ziele erreichen soll. Würden nicht die erhaltenden Mächte und zweckmäßigen Einrichtungen das unendliche Uebergewicht über die entgegengesetzten haben, so wäre Leben und Bestand der Natur unmöglich. Die Mittel aber, welche hiezu zur Verwendung kommen, sind entschieden und klar die besten und vollkommensten, welche mit Rücksicht auf die zeitlichen Verhältnisse des Ganzen überhaupt möglich sind. Das Stück der Curve, welche die Erde und die Menschheit bis jetzt durchlaufen haben, ist bereits groß genug, um ein vernünftiges Endziel erkennen zu lassen.

Ästhetische Beziehungen in der Natur.

92. Nicht nur die Zweckmäßigkeit der Einrichtungen wird in der Natur angestrebt, sondern auch Schönheit und Schmuck. Mit Vorliebe sind in manchen Thierclassen Theile entwickelt, welche, wie die Federbüsche und Federräder der Vögel, die prächtigen Flossen mancher Fische, die Hörner und mancherlei Fortsätze, oft keine andere Bedeutung haben, als zur Zierde zu dienen. Dasselbe gilt bis auf einen gewissen Grad von den Blüthen der Pflanzen. Und in den verschiedensten Gebieten der organischen Natur kommt hiezu noch unbeschreibliche Pracht der Farben, manchmal mit krystallheller Durchsichtigkeit oder Lichtentwicklung verbunden. *) Oft steht die Schmückung zu der Geschlechtsfunction in Beziehung, so daß die schmückenden Organe mit dieser sich

*) vgl. die Natur im Lichte philos. Anschauung.

ausbilden oder erneuern, der Schmelz und Glanz der Farben gegen ihren Eintritt sich steigert.

*) Man lese für die unbeschreibliche Pracht der tropischen Pflanzenwelt bei geschmackvollster Anordnung die Schilderungen Zollinger's von Java, M. Wagner's von den Anden Centralamerikas, Scherzer's von der Vulcangruppe des Pacaya.

93. Sehr viele Thierleiber sind äußerlich symmetrisch gebaut, im Innern ist ohne Schönheit und Symmetrie Alles auf den Nutzen abgesehen. „Keine Gleichförmigkeit eines geometrischen Gesetzes kann hier ausbelfen. Der Mechanismus, der im Innern die Schönheit vernachlässigte, hätte sie auch auf der Oberfläche verlegt, oder wenn seine Regel sie äußerlich von selbst herbeiführte, so müßte sie sich im Innern ebenso wohl zeigen.“ (Flügel.)*

*) Der Materialismus, Leipz. 1865.

94. Wo Licht ist, darf Schatten nicht fehlen, und so sehen wir neben dem Schönen auch Häßliches in der Natur, beide sind nur miteinander wie die Pole des Magnets. Und weil in der Natur auch Humor ist, so sehen wir auch abenteuerliche, lächerliche, groteske Gestalten. Sie ist zugleich der Inbegriff erhaltender und zerstörender Kräfte, welche letzteren in ihrer Erscheinung oft schrecklich sind. — (Häßlichkeit der Fledermäuse Kröten, Spinnen.)

95. Aesthetische Beziehungen der Natur sind wie verständige und zweckmäßige nur für die Herzen und Geister da, welche sie zu fühlen und zu erkennen vermögen, — für das verschlossene Gemüth löst sich Alles in Mechanismus und blinde Nothwendigkeit auf. Die unendliche, heilige Kraft gibt Jedem, was er nach seiner Natur braucht und genießen kann, und das große Drama der Welt wird von Jedem anders angeschaut. Ist das Schöne und Wahre in der Natur da, um von den geistigen Wesen erkannt und bewundert zu werden, so wird sich wohl auch der unendliche Geist dessen erfreuen, welcher es hervorbracht hat.

Der Weltgrund und das Verhältniß Gottes zur Welt.

96. Die Welt erscheint der sinnlich verständigen Anschauung als ein unermessliches System von causal verbundenen Formen und Erscheinungen, bewegt durch unumsstößliche Gesetze, von Zwecken erfüllt, durch deren Vorhandensein Schmerz, Lust, ästhetische Gefühle bedingt sind. Für die Naturwissenschaft ist die Natur bloß ein nach mechanischen Gesetzen sich bewegendes System, für die Naturphilosophie zugleich ein ästhetisches, das Gemüth, die Phantasie und die Vernunft in Anspruch nehmendes Ganzes, dem endlichen Geiste zur Erkenntniß und zu seiner Entwicklung hingestellt.

97. Es entsteht die Frage, ob dieses Universum aus blinder Nothwendigkeit hervorgegangen oder die Offenbarung einer geistigen Macht sei. Sollte die blinde Nothwendigkeit eine sinnvolle Welt haben erzeugen können, welche die höchste Bewunderung betrachtender Geister erregt? Glaubt man etwa, daß die discreten Elemente, aus denen sie sich aufgebaut hat, zugleich die Vernunft des Ganzen in sich haben konnten? Und wie hätte es durch mechanische Nothwendigkeit zur Wahrheit, Liebe, Schönheit, zu Geboten der Pflicht, zum Streben nach höheren Zielen kommen können?

98. Die Vernunft gebietet vielmehr die Annahme eines geistigen Wesens von unendlicher Vollkommenheit, welches die einzelnen Elemente in Wechselwirkung bringt, in dieser erhält und so ein Stufenreich der Geschöpfe hervorgehen läßt. Die Bestimmtheiten der Materie und die logischen Gesetze, nach welchen der Mensch denkt, setzen einen Gesetzgeber voraus. Alles Bedingte fordert ein Bedingendes, und das unendliche Universum kann nur durch ein unendlich Unbedingtes bedingt sein. Auch das Reich der Formen und Zustände, welche die Menschheit hervorbringt, entsteht nur unter dem Zut thun der bewußten geistigen Macht des Menschen.

99. Geist kann nur aus Geist entspringen, und der subjective Geist setzt den absoluten voraus. Wollte Jemand behaupten, aus dem absoluten Geiste lasse sich Materie, Leben, Seele

nicht ableiten, weil er der Gegensatz endlicher und beschränkter Existenzen sei, so ist zu erinnern, daß in allem Endlichen auch das Unendliche ist. Alles für die endlichen Geister Werthvollste ist nur denkbar durch das Dasein eines Wesens, welches nicht nur der Grund des Seins (*αἰτία τοῦ εἶναι*), sondern der Urquell aller Wahrheit, Schönheit und Güte ist.

100. Für Herbart hatte der teleologische Beweis fast dieselbe Wahrscheinlichkeit und überzeugende Kraft für das Dasein Gottes, wie ein streng demonstrativer Beweis. Manche könnten aber einwenden, die Zweckmäßigkeit der Natur, welche auf ihre Erhaltung abzielt, sei in ihrem eigenen Wesen begründet, in einem unbewußten Vorstellungsleben der Natur, welches mit ihrem Wollen und Sein zusammenfällt. Aber über jeden Widerspruch erhaben geht Gottes Idee in der geistigen Welt auf, und es stellt sich dann ein Zusammenhang dieser mit der natürlichen heraus, wo dann die Zweckmäßigkeit dieser letzteren, weil sie als ein Mittel für die geistige erscheint, ebenfalls als durch Gott gesetzt sich darstellt.

101. Die Schönheit und Zweckmäßigkeit in der Natur fordert demnach die Annahme einer vernünftigen Weltursache und kann, wie Kant erwiesen hat, nicht mechanisch erklärt werden. In den beseelten Wesen wird zuletzt der Zweck der Mittelpunkt, der sich selbst empfindet und denkt. In der Erreichung eines Zweckes gibt sich ein Gedanke kund, der nothwendig dem Proceß vorhergegangen, mit der wirkenden Ursache als Endursache verbunden gewesen sein muß, weshalb er sie beherrschen und zur Erreichung des Zieles bestimmen konnte; für sich zufällig und blind, wird sie durch den Zweck vernünftig und nothwendig. Gedanken können aber nur aus einem Geistigen stammen, so daß der Geist zugleich das erste und das letzte ist.

102. Nicht ein blinder Wille kann das absolute Realprincip sein, der erst aus der Möglichkeit nach der Wirklichkeit strebt, sondern nur ein von Anbeginn her absolutes Wirkliches. Schopenhauer hat mit Recht getabelt, daß Schopenhauer ein blindes Princip dennoch Wille nennt; Wille sei seiner selbst bewußtes Streben. Solcher Irrthum führt auf wunderliche Abwege. So ist nach Schopenhauer's „Metaphysik der Geschlechtsliebe“*) das Individuum,

welches zunächst nur als Product der Zeugung erscheint, eigentlich das Ursächliche derselben, denn indem dieses neue, bestimmte Individuum in das Leben treten will, veranlaßt es vor seiner Existenz, daß dieser Mann und dieses Weib sich lieben und begatten; die wachsende Zuneigung der Liebenden ist schon der Lebenswille des neuen Individuums, welches sie zeugen könnten und möchten, und das Treiben und Mühen hierum ist nur das Drängen des künftigen Individuums in das Dasein. — Die Endursache ist richtig erkannt, aber sie, welche in der von Anfang her festgestellten Weltgesetzlichkeit begründet ist, wird irrigerweise in ein künftig erscheinendes Individuum gelegt.

*) Die Welt als Wille und Vorstellung, II, Cap. 44. BIRTH bemerkt gegen Schopenhauer's Princip, das auch REIFF, PLAND, NOACK annehmen, das absolute Realprincip könne nicht der Wille sein, — wenn es auch Vollendes ist, — sondern könne nur das schlechthin Wirkliche sein, nicht was erst aus der Möglichkeit zur Wirklichkeit strebt. In Wahrheit hat aber schon SÖRELLING den Willen zum ersten Princip gemacht, wenn er in seiner Schrift „Ueber die menschliche Freiheit“ behauptet, daß in der Freiheit sich der letzte potenzirende Act finde, durch welchen die Natur sich in Empfindung, Intelligenz, endlich in Willen verklärt, und daß in der letzten Instanz das Wollen das Urseiende sei mit allen Prädicaten desselben: Grundlosigkeit, Unabhängigkeit von der Zeit, Selbstbejahung.

103. Gott, der immer Gleiche, nie Gewordene, nie werdende, mit sich absolut eins, offenbart sich in der Natur und Geschichte nicht nur der Völker, sondern auch des Einzelnen. Wäre aber nicht eine Verwandtschaft des menschlichen mit dem göttlichen Geiste vorhanden, so würden wir nicht einmal zu einer Ahnung seines Daseins gelangen. Seine unendliche Kraft erweckt unsere endliche, und weil Er der Urvernünftige, der nach Zwecken Schaffende, der Allheilige ist, so erkennen wir in der Welt Vernunft, Zweck und Sittengesetz, und es geht uns die Ahnung seines Wesens auf. Wir erkennen ihn nach dem Maße unserer Vollkommenheit, und soweit er sich, zunächst im religiösen Gefühl, uns offenbaren will, aber immer nur innerhalb der Schranken der menschlichen Natur, — wir erkennen aber auch die Sinnenwelt nur in einem beschränkten Grade.

104. Aus Gottes Offenbarung in der äußern und unserer innern Welt vermögen wir auf seine Qualitäten zu schließen.

Aristoteles nannte die Gottheit τὸ πᾶρας τοῦ οὐρανοῦ: Ursache, Ordner der Welt, aber nach der Bedeutung von πᾶρας auch das Begrenzende, Umschließende. Gottes Herrlichkeit tritt am anschaulichsten im Sphärenuniversum uns entgegen; allerdings „wohnt auch im Raume das Erhabene“. Der Pantheist denkt sich Gott als das Leben aller Monaden des Universums, für uns ist er über dieses hinaus der urbewußte persönliche Geist.

105. Gott ist der Alldurchbringende und Allgegenwärtige, der Welt immanent und ihr gegenüber zugleich transcendent als der von Ewigkeit her Unveränderliche. Alles Wirken der Dinge aufeinander aus nächster Nähe wie aus weitester Ferne, alle Bewegungen von den Atomen bis zu den Himmelskörpern ist nur durch ihn und mit seinem Wissen möglich. Darum ist ihm nicht verborgen, was im Sandorn oder im Sirius, was in den Organismen und den Geistern geschieht, geschehen ist und geschehen wird. Wie er in jedem Atom dessen Schicksale, in jedem Punkte der Bahn eines Himmelskörpers dessen ganze Bahn schaut, so erkennt er in jedem Gedanken der Seele ihre ganze Natur, ihre Vergangenheit und ihre Zukunft und sieht, weil Raum und Zeit für ihn nicht existiren, auch die freien Thaten der Geister als stets gegenwärtige. *) Auch das Zufällige sieht er nicht als ein aus einem (für uns verborgenen) Causalgrunde sich Entwickelndes, sondern er sieht es, weil Alles, was geschieht, vor ihm offen liegt.

*) Die ersten Verse des Paradiso lauten:

„Die Herrlichkeit Des, der das All bewegt,
Durchbringt die Weltgesammtheit und erglänzet
An einem Orte mehr, am andern minder.
Im Himmel, der zumeist sein Licht empfänget,
War ich und sah“ . . .

106. Gott bedarf nicht, wie die endlichen Geister, der Welt zu seiner Persönlichkeit, als wenn diese auch für ihn erst durch die Entgegensetzung einer Welt möglich würde, die ja von ihm selbst gesetzt ist und ohne sie von Ewigkeit besteht. Seine Persönlichkeit ist nicht bedingt durch die Welt, wie die endliche Persönlichkeit; er ist vielmehr der Urpersönliche, die Person im eminenten Sinn, der von Anbeginn an Selbstbewußte, sich selbst Genügende. Weil

er erhaben ist über die Begriffe von Objectivität und Subjectivität, so ist auch sein Denken nicht vergleichbar dem Denken einer endlichen Persönlichkeit, sondern ein transcendent absolutes Denken, von intuitiver Art, nicht von discursiver, wie das menschliche Denken.

107. Die Gottheit hat ein nach innen gewendetes und ein geoffenbartes Leben. Die göttlichen Potenzen, von Ewigkeit her auseinander hervorgehend und ineinander zurückwirkend, bedingen ein Leben ohne Anfang und Ende, ein Allbewußtsein ohne Unterbrechung, ein Licht ohne Nacht, in welchem Alles, was von jeher wirklich und möglich war, in seiner urbildlichen Form angeschaut wird. Das ist die himmlische Gedankenwelt Gottes, sein ewiges, seliges Leben, welches, von Unbeginn her in sich vollendet, keinem Wechsel unterworfen ist.

108. Mit seinen bildenden und gestaltenden Kräften, die man unter dem Begriff der Weltseele zusammenfassen kann, erzeugt Gott die sichtbare Welt, mit ihren Bestimmungen und Zwecken, mit ihrem Werden und Vergehen, mit ihren Entwicklungskämpfen, und ist in dieser Sphäre seines Seins das Innerste der Welt, welches sie schaffend und erhaltend durchbringt, nie schwankt oder irrt, jeden Augenblick das Nothwendige wirkt. Die Kämpfe und Bewegungen der Welt erreichen aber nicht das ruhig über ihnen schwebende selige Sein Gottes.

109. Alles, was im Laufe der Zeiten in der sichtbaren Welt gestaltet wird, in ihr in vergänglicher Form existirt, außer- und nacheinander geschieht, ist nur ein Reflex jener urbildlichen himmlischen Welt und besteht dort zugleich und miteinander in ewiger Vollenbung. Ihre Bildungen sind nicht bloße Vorstellungen oder Gedanken, sondern weil in Gott Schaffen und Denken zusammenfällt, sein Denken das allerrealste Sein ist, so ist auch jene himmlische Welt in höherem Grade als die sinnliche real, und ihre sinnvollen Wunder erschöpft auch die Betrachtung der höchsten Geister nicht. Der Widerstreit der Principien, der sich in der zeitlichen Entfaltung der Dinge kund gibt, berührt nicht die innere Welt Gottes, in welcher die Erfüllung des letzten Zweckes der Welt geschaut wird.

110. In der Erscheinungswelt spiegeln sich die Kräfte und

Gesetze der Idealwelt Gottes, zu der erstere in einem Abhängigkeitsverhältniß steht. Von der Idealwelt her haben die erscheinenden Dinge relative Realität, sind substantielle Entfaltung realer Kräfte des Absoluten, darum vernünftig und zweckmäßig, zugleich aber beschränkt nach Zeit, Raum und Form. Die endlichen Dinge haben zugleich die Bestimmungen des Werdens und Vergehens, der Relation und Causalität an sich.

111. Weil von Ewigkeit her Gott der Allwissende und Allvorhersehende ist, ist von Ewigkeit her der gesetzliche Gang der Welt bestimmt und vorausgesehen. Die sich folgenden Formen und Zustände gehen auseinander mit Nothwendigkeit hervor, und die einen sind nicht ohne die anderen, sondern nur der verschiedene Ausdruck des in sich Einen. Andere Prämissen führen andere Folgerungen herbei, und was auf einem Weltkörper im Laufe der Zeiten nacheinander zum Vorschein kommt, ist dem Wesen nach im Universum immer gleichzeitig vorhanden. Für jeden Weltkörper ist die Gesetzmäßigkeit und die Folge der Gesetze eine anders modificirte, aber für jeden ist das Folgende immer die nothwendige Consequenz des Vorausgegangenen. *)

*) Whewell führte, um das Eintreten neuer Gesetze im Verlaufe der Entwicklung anschaulich zu machen, Babbage's Rechenmaschine an, die eine gewisse Zeit hindurch in einer bestimmten Reihe fortgeht, dann nach einem andern Gesetze, nach einer gewissen Zahl von Umdrehungen gemäß einem dritten, vierten, fünften Gesetze arbeitet, welche späteren Gesetze doch alle in der ursprünglichen Einrichtung der Maschine begründet sind. (Vestiges of Creation, deutsche Uebers. 145 ff.)

112. Gott wirkt als Weltseele auch auf die Geisterwelt ein. Stehen schon die Geister der Menschen in einer unsichtbaren Gemeinschaft und vermögen in gewissen Zuständen aufeinander zu wirken, — um wie viel eher wird der allubringende Geist das Innerste der Menschen zu erreichen vermögen, so ihre Schicksale und die der ganzen Menschheit nach seinen ewigen Rathschlüssen lenkend! Er vermag dem Flehenden Kraft und Klarheit zu verleihen, auf daß er sich aus der Tiefe und Dunkelheit erheben mag. Eben so vermag er auf die innersten Zustände der Dinge zu wirken und Erscheinungen hervorzubringen, die den Naturgesetzen zu widersprechen scheinen, entweder über diese hinausgreifend, ohne sie doch zu ändern,

oder durch ungewohnte Combination derselben außerordentliche Wirkungen erzeugend.

113. Nach dem Verhältniß der Substantialität erscheint die Welt als ein mechanisches Ganzes, dessen relative nothwendig zusammenhängende Substanzen in- und miteinander existiren und die Welt zusammensetzen. Jede Substanz ist ihrem Wesen nach der totalen Substanz gleich, aber durch ihre Beschränkung verschieden, verhält sich zu ihr wie der Theil zum Ganzen, welches letztere aber wieder nur durch die Theile ein Ganzes ist.

114. Nach dem Verhältniß der Causalität erscheint die Welt als ein zusammenhängendes Ganzes von Kräften, die die Welt als einen Organismus constituiren. Jede Kraft wirkt zur Bildung des Ganzen mit und wird durch dieses wieder bestimmt; jede ist relative Ursache und relative Wirkung des Ganzen. Jedes einzelne Wesen ist Product der Gesamtkraft der Welt und wirkt nach seinem Maß von Kraftfülle auf sie zurück. Bei diesem Verhältniß bleibt zwar die Substanz der Welt vom Wechsel unberührt, aber ihre Erscheinung ist eine zufällige, gleichgültige, täuschende.

115. Das Absolute ist in beiden Verhältnissen der Welt gegenüber nur ein nothwendig Bestehendes, die Welt aber, ob schon gesetzmäßig, doch nur zweck- und vernunftloses Erzeugniß einer blinden Kraft. Nur wenn das Absolute als absoluter Geist gefaßt wird, wird eine Einsicht in das geistige Leben der Weltwesen möglich, und die Welt selbst erscheint als ein vernünftig zweckmäßiges Universum, gesetzt durch ein frei-nothwendiges, absolut vernünftiges Urwesen zu ihrer Glückseligkeit und seiner Verherrlichung. Dieß ist der Begriff der Finalität, nach welchem die Welt Entfaltung ewiger Ideen mit bewußtem Endziel ist, ein ideales Kunstwerk, das zwar in jedem Moment zweckmäßig und vernünftig ist, doch aber erst mit seiner Vollenbung herrlich und verklärt erscheint. Die mechanische und organische Verbindung zeigt sich hier als ewige Gesetzmäßigkeit. In diesem Verhältniß trägt jedes Gebilde selbst der materiellen Welt den Stempel des Geistes und der Freiheit, wie andererseits in der Geisterwelt jedes Individuum an seine Substanz und hiemit an das Causal-

verhältniß des Ganzen gebunden ist, und dessen Entwicklungsgang auch durch seine Freiheit nicht hindern kann. Aller Zufall ist hier nur scheinbar: Wirkung, deren Zusammenhang mit der Substanz verborgen ist. Absolut vernünftiger und freier Urgrund der Welt ist hier der sie tragende und leitende persönliche Gott.

116. Nach dem Begriff der Causalität ist jeder Zweck für die folgenden Zwecke nur Mittel; nach der Finalität gibt es einen letzten Zweck, für den alle anderen nur Mittel sind: der letzte Weltzweck ist nur für die Gottheit erkennbar, welche ihn gesetzt hat, der endliche Verstand erkennt überall nur Mittelzwecke.

117. Unter dem Verhältniß der Finalität ist jedes Wesen zugleich für sich selbst und für das Ganze da. Zur Erfüllung seines Selbstzweckes sucht jedes Geschöpf die Welt zu genießen und in sich aufzunehmen, zur Erfüllung des allgemeinen Zweckes wird es von der Welt in Anspruch genommen. Zu glauben, daß alle Geschöpfe bloß der Menschen willen da seien, ist eine veraltete und unzulässige Form von Teleologismus.

118. In der Natursphäre dieses Universums wird sich Gottes Heiligkeit unter der Form der Nothwendigkeit und Wahrheit offenbaren, in der Geistersphäre als Güte und Freiheit, im ganzen Universum als Schönheit und dasselbe als das höchste Kunstwerk, dem Gott mit seinen Gedanken immanent ist.

119. Beherrscht die geschaffene Welt ein absolut freier, vernünftiger Wille, so muß bei ihrer Einrichtung im Großen und Ganzen noch mehr als schon im Causalverhältniß der Zufall ausgeschlossen sein, weil dieser der Vollkommenheit der Welt widersprechen würde. Nur im System der secundären, tertiären u. Ursachen kann der Zufall eine Stelle finden.

120. Ein Zusammentreffen von Ursachen oder Ereignissen, die nicht causal miteinander verbunden sind, heißt ein zufälliges und kann eine Wirkung hervorbringen, die nicht in der Gesetzmäßigkeit der einzelnen Ursachen begründet und eben darum vorübergehend ist.

121. Endlich darf dem Zwecke höchster Vollkommenheit gemäß, wegen welchem die Welt das ganze Wesen Gottes wieder spiegeln soll, in ihr auch das Princip der Freiheit nicht fehlen. Obgleich daher die Gesamteinrichtung und Entwicklung

der Welt auf Gottes Willen beruht, so besteht doch innerhalb derselben auch der individuelle Wille der selbstbewußten intelligenten Wesen. Diese können den absoluten Zweck der Schöpfung fördern oder hemmen, ohne im letzteren Fall eine mehr als momentane Störung des großen Entwicklungsprocesses herbeizuführen.

122. Auf einer höheren Stufe der Betrachtung verschwindet der Gegensatz von Freiheit und Nothwendigkeit. Die vernünftige Freiheit ist jene, welche das Nothwendige thut; in der Natur geschieht durch den immanenten göttlichen Trieb das Nothwendige, also das Beste, was auch die vernünftige Freiheit thun würde; also umfaßt die höchste Gesetzmäßigkeit, nach welcher das Beste und Richtige geschieht, die Kategorien von Nothwendigkeit und Freiheit und der Gegensatz zwischen ihnen verschwindet. So thut das Thier aus Instinct das Zweckmäßigste, was der vernünftige Mensch aus freier Selbstbestimmung thut. Die Pflanzen können ihre Blüthen nicht bei rauher kalter Witterung öffnen; sie könnten auch nicht besser thun, wenn sie freier Wahl fähig wären. Die blind wirkende innere Nothwendigkeit bei der Entwicklung eines Organismus, z. B. des Menschen, erscheint nach Schelling nur darum als Nothwendigkeit, weil wir sie von außen betrachten. Setzen wir uns an die Stelle des Embryos und betrachten dieses Wirken als unser Wirken, so erscheint uns dasselbe, subjectiv betrachtet, als freies Wirken, weil wir uns zu dem entwickeln, was unser Wesen ist. Wie im einzelnen Embryo, so wirkt die Natur auch im großen Ganzen. Leibniz, der allen Monaden Vorstellung, nur einem Theile aber Bewußtsein zuschreibt, läßt die Magnetrabel Spontaneität besitzen; „ihre Natur sei es, sich nach Norden zu richten; hätte sie Bewußtsein, so würde sie sich vorstellen, daß dieß ihre Selbstdetermination sei, so hätte sie den Willen, sich nach ihrer Natur zu geriren, weil jedes Wesen Appetitus nach seiner eigenen Natur hat“.

123. In der unorganischen Natur sind nach dem dritten Grundgesetz Newton's Wirkung und Gegenwirkung einander gleich, — darum läßt sich hier Alles berechnen. Im vegetativen Leben der Pflanzen und Thiere ist, wie Schopenhauer sagt, die zweite Art der Causalität der Reiz, wo Wirkung und Gegenwirkung nicht gleich sind, so daß durch Verstärkung der Ursache die Wirkung

fogar in ihr Gegentheil umschlagen kann. Die dritte Art der Causalität ist das Motiv, welches das bewußte Leben beherrscht; das Medium der Motive ist die Erkenntniß, welche einen „Intellect“ erfordert, weshalb das eigentlich Charakteristische des Thieres das Vorstellen und Erkennen ist. „Die Motivation ist die Causalität von innen gesehen.“ Der Stein bewegt sich, weil er will, nach unerkannten Motiven, das Thier nach erkannten.

124. In der Natur ist das höchste Gesetz die Erhaltung und zugleich die Fortentwicklung — im Staate ist es nicht anders. Das Sittengesetz, was in die Brust des Menschen geschrieben ist, verbürgt bei seiner Befolgung am besten die Erhaltung und Fortentwicklung des Einzelnen wie des Ganzen, es leitet ihn mit der Sicherheit des Instincts; v. Baer nannte Glauben und Gewissen die höchsten Formen des Instincts.

125. Die zeitlichen Mängel und Unvollkommenheiten thun dem letzten ewigen Zwecke der Welt um so weniger Eintrag, als sie nur die Form, nicht die Substanz betreffen, oder nur Bedingungen und Vorbereitungen für eine höhere Stufe sind und überwunden werden. (Ein Theil von ihnen ist durch die freien Geister selbst gesetzt.) Daher sind auch Leiden und Uebel dem absoluten Zwecke der höchsten Vernunft nicht entgegen und lassen zuletzt die ewige Macht und Weisheit nur strahlender hervortreten. Die Leiden, welche mit aller Entwicklung verbunden sind, schrecken freilich die Schwachen. — Andererseits ist auch nicht alles Gute, was logisch möglich ist, deshalb sogleich auch wirklich möglich, wie denn Leibnitz das erstere als possibile, das zweite als compossible unterscheidet. Daher bleiben Lücken, die erst später ausgefüllt werden, oder es geht manches vorhandene Gute wieder unter, um Besseren Platz zu machen. Manche Uebel sind zur Erziehung der Menschheit wesentlich nothwendig.

126. An concreten Fällen läßt sich das Unrichtige jener Ansichten wiederlegen, welche die Weisheit der Natureinrichtungen bezweifeln oder leugnen. So konnten z. B. in der Anordnung und Befestigung der Muskeln die günstigsten Verhältnisse nicht statt finden, weil dadurch wichtigere Zwecke behindert worden wären, oder die Schönheit und Anmuth des Ganzen gelitten hätte. Das menschliche Weib gebärt schwerer, als die Weibchen

der Säugethiere, wegen gewissen Verhältnissen im Bau des Skelets, welche der aufrechte Gang des Menschen nöthig machte. Die Zähne sind zerstörbar und machen hiebei Schmerzen, der knöcherne Schädel kann nicht gegen zu große Gewalt das Hirn gegen Schädigung schützen, weil es unmöglich ist, der organischen Substanz, aus der beide gebildet sind, Demanthärte zu geben.

127. Man muß nicht verlangen, daß das Feuer zwar brennen, aber nicht verbrennen, das Wasser tränken, aber nicht ertränken soll; man muß den Organismus nicht für unvollkommen halten, weil er, seiner Natur nach impressionabel und steter Umwandlung bedürftig, nicht zugleich felsenfest und unveränderlich sein kann. Der Organismus leistet im Ganzen viel mehr als die künstlichsten Maschinen, indem er nicht nur, wie diese, neue Lagen und Bewegungen für die einzelnen Aufgaben anzunehmen in einem viel höheren Grade vermag, sondern auch die Abnutzung der eigenen Substanz viel besser verwerthet.

128. Die Nachtheile und Vortheile der einzelnen Länder für das menschliche Dasein gleichen sich einerseits aus, andererseits erwecken sie die Thätigkeit der Menschen, und veranlassen ihre Ausbreitung über die ganze Erde und den Völkerverkehr.

129. Selbst zerstörende Katastrophen vom beschränkten Standpunkt gesehen, sind unbedeutend im Verhältniß zum Ganzen. Die Wasserfluthen, Stürme und Erdbeben sind den kleinen Störungen in einem Organismus zu vergleichen, die sein Bestehen nicht gefährden. Von einem höheren Standpunkt gesehen verschwinden die Leiden und Uebelstände, die Wolken und Gewitter auf den einzelnen Weltkörpern, so daß alle in heiterem Lichte glänzen.

130. Und zuletzt ist immer im Auge zu behalten, daß die Weltkörper mit allen ihren Lebendigen nicht die Vollendung der Welt, sondern verschiedene Entwicklungsstadien darstellen, daß in ihnen nicht das absolut, sondern das relativ Vollkommene erscheint, welches eben darum in den vernünftigen Wesen die Sehnsucht und das Streben nach der höchsten Vollkommenheit lebendig erhält. Höchst wahrscheinlich existiren Weltkörper und vernünftige Wesen einer viel höheren Stufe als die Erde und die Menschheit, welche dem Ideal der Glückseligkeit viel

näher stehen, wo das Uebel und Leiden, welches mit der Entwicklung verbunden ist, größtentheils aufgehoben ist. — Der Gottesbegriff ist übrigens aus der Tiefe des Geistes zu schöpfen, nicht zunächst aus der materiellen Welt.*).

*) Nach Thomas von Aquino findet zwischen Gott und dem endlichen Verstand kein quantitatives Verhältniß statt, aber doch eine „Proportionalitas“ wie etwa zwischen Ursache und Wirkung, von Form zu Stoff. Unsere Gotteserkenntniß bleibt jedenfalls immer weit von der Art entfernt, wie sich Gott selbst erkennt.

131. Die Welt ist allseitig, wie der Geist. Es liegt in ihrer Construction, verschiedene Seiten darzubieten, die zum Theil diametral gegeneinander stehen; je nach dem Standpunkt, den die Betrachtung und Auslegung einnimmt, wird sie sehr verschiedene Aspecte darbieten. Die harten Antithesen löst nicht der Verstand, welcher sie erzeugt hat, sondern die Vernunft, welche diese Welt als die „möglichst beste“, aber nicht als die vollendete und verklärte erkennt.

132. Was man Materie nennt — die discrete Punctualität des Realen — ist die erste Position der Weltseele, unveränderlich ihrem Inhalt, veränderlich ihren Combinationen nach. Die Materie wird zur Grundlage aller sinnlich wahrnehmbaren Prozesse und Formen durch die göttlichen Ideen, die Prototypen der Dinge, welche in ihr zugleich als die von innen heraus dynamisch bewegenden und bildenden Kräfte wirken. Später treten auch die Weltwesen als bewegende und bildende Mächte auf.

133. Der Mechanismus ist in der Natur eine secundäre Erscheinung. Alle mechanische Thätigkeit setzt dynamische voraus; eine Maschine kann nur wirken, weil ihre Theilchen dynamisch zusammen halten. Der Mechanismus hat im Weltganzen eine eben so universelle wie untergeordnete Bedeutung.

134. Die so wichtige Form der Naturwesen ist nicht aus mechanischen Gesetzen, sondern aus ihren prototypischen Urbildern zu erklären. Was den Krystall gestaltet, sind geometrische Ideen; die Organismen werden möglich durch einen Verein von Ideen, deren jede ihr Gebiet hat, welches nach Raum und Kraft abgegrenzt ist; durch die vereinigte Wirkung aller entsteht

der Leib, der zugleich den Umfang ihres Wirkungskreises anzeigt. Den Stoffen und ihren Verbindungen sind die prototypischen Schemen der Krystall-, Pflanzen- und Thierformen immanent, streben nach Verkörperung und offenbaren sich durch entsprechende Formen, wenn durch Fernhaltung fremder Einwirkungen sie ihre lebendige Kraft bethätigen können und die Stoffe ihren Impulsen folgen. Den Bewegungen an der Außenseite des Menschen in Blick, Sprache, Gebärde gehen innere vorher, so überall wo in der Materie sich etwas gestaltet. So sind auch die Urbilder der Kunstwerke eher vorhanden, als deren Ausführung.

135. Wenn man einmal sagt: die Ideen erzeugen den Organismus, indem sie die monadischen materiellen Einheiten zusammen ordnen, und dann wieder: die monadischen Einheiten bilden durch ihre Zusammengesellung die Organismen — so ist dieses doch nur ein scheinbarer Widerspruch. Es kommt nämlich durch das Zusammenwirken der kleinsten Theilchen überall das zu Stande, was eben möglich ist, hier Phänomene nur der Elementarwelt, der unorganischen Natur, dort die höchsten Erscheinungen des Lebens, auch die geistigen. Dies ist nur möglich, weil in jedem Atom die unendliche Kraft wirkt und jedes je nach seinen Verbindungen mit anderen diese oder jene Thätigkeiten entwickelt, diese oder jene Phänomene und Formen zu Stande bringen hilft. Indem sich jedoch die Atome nach solchen Normen verbinden, daß Organismen entstehen, welche in der Idealwelt Gottes vorgesehen sind, kann man doch richtiger sagen, daß die Ideen die Organismen erzeugen, indem sie das Primäre sind. — (Die Infusorien und Armpolypen empfinden und bewegen sich ohne Nerven und Muskeln und die Froschlurven bevor diese gebildet sind, weil die Idee des Künftigen in ihnen schon wirksam ist; es wird anticipirt, was sonst nur auf höheren Stufen oder bei Vollendung der Bildung eintritt. So pulst auch das Herz des Hühnchens, ehe es noch Nerven und Muskelfasern hat.)

136. Die äußeren Gestalten werden zur Signatur der ihnen zu Grunde liegenden prototypischen Schemen, oder mit anderen Worten: die innere Natur jedes Wesens spricht sich in seiner äußern Gestalt aus, so daß z. B. das Raubthier in wilder, schrecklicher, das sanfte Geschöpf in harmloser Gestalt erscheint.

Indem jedes Wesen sich den ihm zu Grunde liegenden Ideen gemäß gestaltet, verwandte Ideen also in verwandten Formen sich darstellen, dürfen wir von der Form auf die Idee schließen und in ähnlichen Formen innere Verwandtschaft erkennen. Die Physiognomie der Weltbänge hat, richtig aufgefaßt, eine gewisse Berechtigung.

137. Die Verkennung der großen Bedeutung der Formen von Seite mancher Naturforscher, welche auch Schleiden und Agassiz nicht entgangen ist, führt zu jenen unrichtigen Ansichten, welche die Gestalten der Naturwesen durch blind mechanische Gesetze aus Aneinanderlagerung der Zellen erklären wollen.*)

*) Schleiden, Grundzüge der wissensch. Botanik II, 1, 5: „In der methodologischen Einleitung habe ich nachzuweisen versucht, daß die äußere Gestaltlehre der Pflanze eigentlich der wichtigste Theil der ganzen Botanik ist. Man darf nur die Geschichte der Wissenschaft ansehen, um sich von der Richtigkeit dieser Ansicht zu überzeugen, denn wahrhaft bewundernswürdig ist es, wie weit es bei fast gänzlicher Vernachlässigung aller übrigen wissenschaftlichen Verständigung gelungen ist, das Material durch bloße Betrachtung des Äußerlichen zu bewältigen, und auf eine solche Weise anzuordnen, daß die auf anderem Wege (ich meine den anatomisch-physiologischen) in neuer Zeit versuchten Systeme nur höchst geringe und zwar theils offenbar unhaltbare, theils wenigstens noch sehr bedenkliche Abänderungen vornehmen konnten.“ — „Die vergleichende Anatomie hat Alles, was sich auf die Morphologie bezieht, so vollständig vernachlässigt und die Untersuchungen der Anatomen neigen sich so übereinstimmend zu einer allgemeinen Beurtheilung der Beziehungen und Homologieen der den Körper bildenden organischen Systeme hin, daß sie für das Verständniß des Werthes der Formen und ihrer wahren Grundlage uns kaum irgend eine Belehrung geben.“ Agassiz, die Classification des Thierreichs. Aus d. Englischen. Marburg 1866, S. 27.

138. Die Welt ist das sichtbar gewordene Ideensystem Gottes, und ihre Bewegungen und Wandlungen sind sein materialisirtes, darum sinnlich wahrnehmbares Denken. Der Mensch vermag die Materie bloß von außen zu bewegen, Gott als Weltseele ist das immanente Bewegungsprincip der Welt, hat ihre Substanz wie ihre Erscheinung in der Gewalt, denkt so zu sagen materiell.

139. Wir sehen in den Wandlungen der Stoffe und Formen, in den Bewegungen der Kräfte in, auf und über der Erde und weiter auf allen Weltkörpern eine ähnliche Erscheinung von

außen, wie sie im Stoffwechsel und den Thätigkeiten unseres Organismus, speciell unseres Gehirnes vor sich geht, wo sie als Parallelerscheinung der geistigen und gemüthlichen Phänomene besteht, welche letzteren wir nicht von außen sehen, sondern nur innerlich fühlen. Was in der Natur geschieht, sind die Parallelerscheinungen des geistigen Lebens der Gottheit, welches wir nicht innerlich fühlen, sondern von außen wahrnehmen, während im göttlichen Bewußtsein alle Weltvorgänge innerlich gefühlt werden.

140. Es kommt zuletzt Alles auf Fühlen, Denken und Wollen hinaus. Was Gott vorstellt, will er auch, und er will nur, was er vorstellt; in ihm fallen Wille und Vorstellung in Eines zusammen. Die Weltseele will hier, setzt das, was wir einen Weltkörper nennen, und er ist da, so lange diese Kraft ihn hält, d. h. in seinem Raume thätig ist, und er löst sich auf, zerfällt, wenn diese Kraft nach anderen Bildungen sucht. Ein Weltkörper ist nichts Anderes als eine Summe von Anziehungs- und anderen Kräften, die in einem bestimmten Raum zu einem Gleichgewichtssystem vereinigt sind; das ist, was wir seine Masse nennen. „Ein Planet fühlt“, sagt Sederholm, „eine seinem Sein entsprechende, d. h. absolute Nöthigung, um seinen Centralkörper zu kreisen, weil Gott ihn also um denselben kreisend gedacht.“ Im tiefsten Grunde ist nur eine Kraft, welche Alles bewegt, in den verschiedensten Weisen wirkt und durch alle Zeiten sich gleich bleibt.*).

*) Auch der Mathematiker Cauchy hält alle physische Kraft für einen Ausdruck des göttlichen Willens. Comptes rendus, XXI, Paris 1845.

141. Die sogen. Naturgesetze sind nur die Formen, unter welchen sich die Qualitäten der Dinge aussprechen, und ihnen von der weltordnenden Macht zugleich mit den Qualitäten gegeben. Bahrrhoffer bemerkte richtig, wenn man von Kraft, Gesetz etc. spreche, mache man eben nur die Erscheinung durch die Reflexion zu einem Innern.

142. Wer die Dinge aus ihrem Zusammenhang reißt, verfällt der Täuschung, daß Alles nur ein Product nothwendiger und natürlicher Entwicklung sei und kommt nicht aus dem bloßen Causalverbande heraus. Leicht ist es, vielerlei Zustände und Ver-

hältnisse auf frühere zurückzuführen und diese auf noch frühere ohne Ende. Wer z. B. die Formen der Skelets, der Schnecken-
schalen 2c. isolirt betrachtet, mag zu der Meinung veranlaßt werden, daß sie nicht durch schöpferische Ideen, sondern durch die bestimmte Form der sie umgebenden oder absondernden Weichtheile zu Stande kommen, welche sie zwingen, diese oder jene Form anzunehmen, und mag geneigt sein, die Weichtheile selbst wieder nach ihrer Gestalt und Anordnung auf die Disposition der ursprünglichen Zellenmassen zurückzuführen, aus welchen sie entstehen. Al' diese sind aber nur Mittel- oder secundäre Ursachen. Nicht zunächst sind die Skelet- und Schalenformen von der weltordnenden Macht bestimmt, aber die unendliche Reihe der Vorgänge, welche ihrer Bildung vorangingen, ist durch uranfängliche Fundamentalbestimmungen festgestellt, nach welchen alle Erscheinungsreihen scheinbar von selbst ablaufen.

143. Die Wesen, die allmählig im Laufe der Zeiten entstehen, sind nicht von Gott so geschaffen, als wenn er mit Mühe und Fleiß nur allmählig zum Vollkommeneren gelangte, sondern entwickeln sich mit Nothwendigkeit nach von ihm gewollten immanen Gesetzen aus dem Lebensgrunde der Natur. Die einen begehren in der Finsterniß, die anderen im Lichte, diese in der Luft, jene im Wasser oder auf der Erde zu wohnen.

144. Nicht durch ein blindes nothwendiges Schicksal, die Heimarmene Heraklit's, nicht durch den Kampf der einzelnen Dinge gegeneinander, die sich durch sich selbst in ein System des Gleichgewichtes gesetzt haben sollen, der jedoch viel eher zum Chaos geführt hätte, — sondern durch eine Alles voraus bedenkende Macht ist eine geordnete Welt entstanden, in welcher die Kräfte und Wirkungskreise aller einzelnen Wesen gewogen und regulirt sind. Durch die unendliche Verschiedenheit zieht sich also eine höhere Einheit, hält auch das Differenteste und Fernste in allgemeiner Ordnung und Unterordnung, stellt auch das gestörte Gleichgewicht und die Gültigkeit der Urbestimmungen vermöge der in die Dinge selbst gelegten Kräfte durch oft furchtbare Correctionen wieder her. Es nimmt ja auch der Mensch bei seinen Einrichtungen auf verschiedene Umstände Rücksicht, bei einem Chronometer z. B. auf die verschiedene Temperatur, bringt an der

Dampfmaschine Sicherheitsventile an, sorgt daß die Staatsgewalten sich im Gleichgewicht erhalten und controliren.

145. Zahllose Vorkehrungen im Einzelnen und die Organisation der wirkenden Kräfte im Ganzen machen ein unmittelbares Eingreifen der Gottheit nur für gewisse Verhältnisse und für die anderen nur in gewissen Momenten nothwendig, was den Schein hervorbringt, als ob die Welt gleich einem großen Mechanismus sich allein durch ihre eigenen Kräfte trage und bewege.

146. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Dinge ist in dem Reichthum der göttlichen Ideenwelt begründet. So sind z. B. nicht etwa wenige Arten organischer Wesen vorhanden und dann in übermäßiger Zahl der Individuen sondern als Beweis einer Gliederung bis in das feinste Detail eine sehr große Menge. Es ist hier gleich, ob ein Theil dieser Arten nur durch Differenzirung aus früheren sich entwickelt, oder ob alle auf andere Weise ins Dasein getreten sind; es kann sich eben nichts zu einer länger dauernden Existenz entwickeln, was nicht in den Fundamentalbestimmungen angelegt ist. Was aber die Mannigfaltigkeit setzt, sie bedingt, muß ihr Gegentheil, die Einheit sein.

Verhältniß der Natur zur sittlichen Idee.

147. Es gibt zwei Ordnungen im Universum, die natürliche und sittliche; die erste umfaßt alle Wesen unter dem Menschen, die zweite nebst dem Menschen alle Wesen ober ihm. Höchstes Princip der natürlichen Ordnung ist das Fürsichsein, der sittlichen das Füranderesein. In der Naturwelt überwindet überall das Stärkere das Schwächere, und wie letzteres kein Recht zur Klage, so hat ersteres keine Pflicht zur Schonung; unzählbare Kräfte bekämpfen und vernichten sich gegenseitig, Alles nach dem Verhältniß des + und —, ohne Haß und ohne Liebe.

148. Die mit Vernunft begabten Wesen gelangen allmählig zur Erkenntniß eines göttlichen Willens, welcher die sichtbare Welt zu seiner Offenbarung und zur Erziehung der Geisterwelt gebraucht und zur Erreichung dieses Zieles die hingebende Mitwirkung der Vernunftwesen fordert. Erfüllen sie diese Pflicht, so handeln sie nach dem Princip der Liebe, widerstreben sie ihr,

nach dem der Selbstsucht, welches vom Hasse gegen Ihresgleichen sich bis zum Hasse gegen den Schöpfer steigern kann. Zunächst haben die Vernunftwesen dieses Princip gegen Ihresgleichen geltend zu machen; ein Schimmer davon fällt auch auf das Reich der Thiere, weil in diesen die Förderung oder Störung des Lebens, ihres vom Schöpfer gewollten Zweckes, bereits als Wohlfsein oder Schmerz zum Bewußtsein kommt.

149. Uebertragen die Vernunftwesen das Gesetz der natürlichen Ordnung auf die ethische, stellen sie die Selbstsucht über die Liebe, so sinken sie nicht etwa bloß zur *Adiaphorie* der Natur herunter, die für sittliche Wesen eine Unmöglichkeit ist, sondern das Princip der Liebe verkehrt sich in ihnen in das des Hasses. Diese verkehrte und verfinsterte Art zu sein ist das Böse, welches nur für die Wesen der zweiten Ordnung existirt, in der Natur (ganz wie das Schöne und Häßliche) nur in Analogieen und Symbolen angedeutet ist.

150. Die Natur ist so indifferent gegen die Begriffe von Gut und Böse, Liebe und Haß, Schönheit und Häßlichkeit, wie gegen die Begriffe von Nützlich und Schädlich, welche nur auf zufälligen Beziehungen beruhen. Das Gift z. B., welches dieses Wesen zerstört, kann für ein anderes gesunde Nahrung sein, das Gewitter, welches den Wald und die Wohnung in Brand setzt, befruchtet gleichzeitig die Flur daneben. Was den Einen nützt, schadet oft Anderen, z. B. Verhältnisse, welche eine üppige Vegetation begünstigen, wie etwa große Wärme mit sehr viel Feuchtigkeit verbunden, sind gewöhnlich dem Menschen verderblich.

151. Das Ethische und das Aesthetische als solche existiren nur für die Geisterwelt, aber beide sind doch in der Natur real dargestellt. Das Gift der Schlange und des Skorpions, der Blutdurst und die Grausamkeit der Spinne, des Tigers und Marders, die Wollustgier und Falschheit des Affens mögen immerhin als Symbole der entsprechenden Laster der freien Geister aufgefaßt werden. Von einer Verderbniß der Natur, etwa durch die Sünde des Menschen, kann deshalb nicht die Rede sein.

152. Das Gute und Böse haben ihre Wurzel in der Freiheit, mit deren ersten Anfängen im Kinde (und andeutungsweise selbst im Hausthiere) die Gleichgültigkeit des natürlichen Daseins

aufhört und die ethische Positivität eintritt. Je mehr es dem selbstbewußten Geiste gelingt, sich über den Zwang der Natur zu erheben, desto größer wird die Macht seiner Selbstbestimmung zum Guten, je tiefer er sinkt, desto zwingender wird für ihn die Macht des Bösen. Der Geist ist aber der Natur nicht etwa entgegengesetzt, wie Gutes dem Bösen, sondern wie Gutes oder Böses dem Gleichgültigen, wie sittlich Entscheidendes dem sittlich Indifferenten, wie Freies dem Unfreien. Die Natur bleibt ewig in der Nothwendigkeit und sittlichen Gleichgültigkeit befangen, der freie Geist schwankt zwischen Gut und Böse hin und her oder schreitet in dem einen oder andern fort. — Die Wirkungen des Bösen, als „des zwar nicht Nichtseienden, aber Nichtsseienden“, wie Schwarz sich ausdrückt, vermögen nur vorübergehend die Weltenwicklung zu hemmen.*)

*) „Das Beste, was über das Böse gesagt worden ist, steht in dem mohammedanischen Buche Ulemâi islam, in Buller's Fragmenten über die Religion des Zoroaster S. 67: Ueber dem Bösen, was nicht sein muß und doch ist, liegt ein Schleier, d. h. wir können es mit unserem Verstande nicht begreifen. Da dieß also das Werk Gottes ist, so muß man es auch Gott überlassen und thun, was er befohlen und unterlassen, was er verboten hat.“ v. Lasaulx, über die theologische Grundlage aller philosophischen Systeme, München 1857, S. 24.

II. Specieller Theil.

Die Erscheinungen und Formen der Natur.

A. Die Stoffe und Kräfte.

Der Weltäther.

153. Als ursprünglichste und zugleich allgemeinste Position der weltlegenden, weltbewegenden Kraft existirt eine Substanz von unsagbarer Feinheit und leichtester Beweglichkeit, Alles durchdringend, nicht nur den Weltraum, sondern auch die Zwischenräume der Körpertheilchen erfüllend, nicht mehr Materie zu nennen und doch nicht immateriell. Der Weltäther vermittelt die feinsten und fernsten Beziehungen und Wirkungen der Dinge aufeinander und damit deren Zusammenhang.

154. Die zwei allgemeinsten Erscheinungen im Universum, welche durch den Aether zu Stande kommen, sind die Schwere und das Licht, welche beide durch das ganze Weltall reichen. In der Schwere spricht sich die allgemeine Beziehung aller Materie zueinander aus, durch das Licht werden die Welt Dinge in die Sichtbarkeit eingeführt. In der ersten Form, der sich zusammenfassenden Kraft, ist das Urschema aller concreten Gestaltung, alles Fürsichseins, alles Innerlichen und Mächtlichen gegeben, in der zweiten das Urschema aller Offenbarung, alles Aufgeschlossenen, Fürandereiseins. Ohne Aether kein Licht, sondern schwarze Nacht durch den ganzen Raum. Die erste Form hat einen centripetalen, die andere einen centrifugalen Charakter; die erste strebt nach Ruhe, die zweite nach Bewegung.

155. Besteht der Aether, der als ein absolut elastisch-flüssiges zu denken ist, aus Atomen, so müssen diese unsäglich

kleiner und zahlreicher sein, als die angenommenen materiellen Atome. Die Atome des Aethers, welche untereinander sich abstoßen, während sie von den materiellen Atomen angezogen werden, haben Beharrungsvermögen, und ihr Gewicht muß unvergleichbar geringer sein, als das der leichtesten Gasatome; soll ja nach Thomson eine Aetherkugel von der Größe der Erde nur 250 Pfd. wiegen. Weil die Aethertheilchen, deren Bewegung viel schneller sein kann, als die der materiellen Atome, nicht bloß den Welt-raum, sondern die Zwischenräume aller Materie erfüllen, um deren Atome sie sich anhäufen, so können auch beim chemischen und elektrischen Proceß Licht- und Wärmeerscheinungen auftreten. Die materiellen Atome müssen wegen ihrer überwiegenden Wucht auf die Aethertheilchen zwischen ihnen bedeutend einwirken, welche je näher an den Atomen, desto dichter liegen und ihrerseits auch wieder deren Zustände modificiren.

156. Die Elasticität der Aethertheilchen hält sie in ihren gegenseitigen Abständen, so lange ihre Ruhe nicht gestört wird. Findet eine solche Störung durch einen leuchtenden Körper statt, so gerathen die Aethertheilchen in Schwingungen und pflanzen die Lichtbewegung fort, während die Elasticitätskräfte der aus dem Gleichgewicht gebrachten Aethertheilchen sie wieder in dasselbe zurückzubringen streben. Die Lichtschwingungen gehen transversal vor sich, so daß also die Aethertheilchen immer senkrecht zur Fortpflanzungslinie schwingen, was nie bei flüssigen und gasförmigen, sondern nur bei festen Körpern der Fall ist, so daß sich der Aether trotz seiner unsagbaren Feinheit in dieser Beziehung wie ein fester elastischer Körper verhält. Um dieß zu begreifen, muß man die erstaunliche Schnelligkeit der Lichtschwingungen bedenken, von denen eine des rothen Strahles, welcher unter allen am langsamsten schwingt, doch nur $\frac{1}{500}$ von einer Billiontelsecunde beträgt. „Wären wir im Stande, Zeiten von so unermesslicher Kleinheit mit unseren Sinnen aufzufassen, so würden wir in ihnen wahrscheinlich nicht Unterschiede zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Körpern wahrnehmen, und Flüssigkeiten und Gase würden Erscheinungen zeigen, die wir jetzt nur bei festen Körpern kennen.“ (Rirchhoff.*)

*) Akademischer Vortrag v. 22. Nov. 1865. Heidelberg.

157. Wie die Molecularkräfte, so sind auch die Kräfte des Aethers zwischen zwei seiner Theilchen in der Art wirksam, daß die Wirkung das Product ihrer Massen und Entfernungen ist. Die Aethertheilchen um die materiellen Moleküle können nicht bloß einfache Schwingungen machen, sondern auch um letztere rotiren; verschiedene Bewegungen können ineinander übergehen. Schwächere Störungen können, ohne directe Beeinträchtigung der Moleküle, etwa nur die Aethertheilchen in Bewegung versetzen. Wenn die Repulsivkraft der Aetherhüllen um die Moleküle gesteigert wird, wie bei der Wärme, so werden die Moleküle voneinander entfernt, und es erfolgt Ausdehnung der Körper.

158. Die lebende Kraft des Aethers scheint immer gleich zu bleiben, da jeder Verlust an selbiger sogleich wieder durch die Rückwirkung der materiellen Körper ersetzt wird. Als Lichtbewegung erzeugt er Wärme, wenn er seine Schwingungen auf materielle Atome überträgt. Der Aether kann in manchen Fällen selbst leuchten, z. B. im elektrischen Funken oder bei Compression von Wasser und Gasen. Pflanzte er von Lichtquellen kommendes Licht fort, so geschieht es durch fortschreitende Wellen, leuchtet er selbst, durch stehende, was dadurch erwiesen wird, daß der elektrische Funke auch in Stickstoff, kohlensaurem Gas, Wasser, Aetherdämpfen erscheint, wo keine Verbrennung stattfindet. Während der Dauer von $\frac{1}{1,152,000}$ Secunde macht der elektrische Funke über 520 Billionen Schwingungen. Grüne und blaue Gläser miteinander verbunden lassen das Licht des elektrischen Funkens, aber nicht das gewöhnliche durch.

159. Durch den an der Grenze der materiellen Welt stehenden Aether wirken nicht nur die kleinsten Theilchen der Materie und die Weltkörper in der Gravitation und im Lichte aufeinander, sondern er scheint selbst zu einem Behälter der geistigen Einwirkung werden zu können. — Newton hat den Aether als das „Sensorium Gottes“ bezeichnet.

Die Schwere.

160. Bereits der Aether ist schwer, aber in einem für uns unfassbar geringen Grade; deutlich wahrnehmbar wird die Schwere

nur in dem, was wir Materie nennen, sei sie auch im dünnsten Gaszustand; Alles, was materiell ist, ist schwer. In der Schwere strebt die Materie nach dem Centrum, nach der Ruhe, sucht allenthalben das Centrum. Weil aber die Welt unendlich, so ist das Centrum nirgends, und die Materie befindet sich in beständiger Flucht und Bewegung. Begegnen sich von verschiedenen Richtungen her nach dem Centrum strebende Kräfte (Bewegungen, die das Centrum an verschiedenen Orten suchen), so häufen sie sich gleichsam an, die Spannung im Raume, in welchem sie sich bewegen, wird mehr oder minder groß — dann ist die Möglichkeit zur Entstehung von dem gegeben, was man Materie nennt.

161. Materie, Körperlichkeit, ist daher eine nothwendige Folge der Schwere; Materie bezeichnet die örtlich erscheinenden, sich begegnenden, in einen bestimmten Raum concentrirenden Schwerestrebnungen. Verbinden sich mit diesen noch andere sinnliche Bestimmungen, so entstehen materielle Körper. — Die specifische Schwere dieser hängt von ihrer besonderen Constitution ab und steht in nächster Beziehung einerseits zur chemischen Beschaffenheit, andererseits zum Cohäsionszustande.

162. Hätte die Materie auch keine andere Qualität als Schwere, so müßte sie schon deshalb ein immer Thätiges sein. Wenn Körper unbewegt liegen, so sind nur für einige Zeit die Schwerestrebnungen in ihnen in das Gleichgewicht getreten, halten sich durch gegenseitigen Druck, also durch immerwährende Thätigkeit, von weiterer Bewegung ab. Treten aber Umstände ein, welche der einen oder andern Schwerestrebnung das Uebergewicht verleihen, so hört die Ruhe des Körpers auf, es beginnt Bewegung in ihm, er trennt sich, zerbricht, löst sich auf (so z. B. eine sich zersetzende Felsmasse); es beginnt ein neues Spiel von Bewegungen, neue Flucht, neues Suchen des Centrums, in welchem die Materie zur Ruhe kommen will. Könnte man einen Fels oder Berg von der Erde trennen und weit genug entfernen, so würde er, das Centrum suchend, kometenartig durch den Weltraum irren. Noch ehe die Erde war, hatten alle Theile ihre Bewegung; daß sie zur bestimmt geordneten Bewegung der gegenwärtigen Erde vereint wurden, beruht auf dem höheren constitutiven Princip dieser letzteren.

163. Wo Strebungen nach dem Centrum sich vorläufig in der Bildung von Materie ausgeglichen haben, da können keine anderen Strebungen gleicher Art stattfinden, weil sie sich gegenseitig ausschließen. In diesem Sinne ist daher die Materie undurchbringlich, nicht aber absolut, wie der andere Erscheinungen bewirkende chemische, elektrische, Lichtproceß zeigen.

164. Materie ist die Ausgleichung von Schwerebestrebungen im selben Raume unter Zutritt von sinnlichen Qualitäten, z. B. Farbe, Durchsichtigkeit u. Nun finden aber durch das ganze Universum Schwerebestrebungen auch ohne Zutritt solcher Qualitäten statt, weil der ganze Weltraum von Aether erfüllt ist, oder, nach anderer Fassung, weil der sich allenthalben ausspannende Aether überall Raum setzt.

165. Die Weltkörper erscheinen relativ als überwiegend anziehende oder angezogene, als Centraalkörper oder periphere; in Wahrheit sind alle anziehende bis zu den Meteorstäubchen herab, weil die Schwere zunächst Selbstbeziehung ist. Diese letztere ist nur bei den periphereischen Körpern weniger merkbar, oft verschwindend klein, so daß sie völlig dem Gravitationszug der centralen hingegeben scheinen. — Gleich dem Licht wirkt auch der Schwerezug jedes Weltkörpers in das Grenzenlose hinaus; jeder bezieht das ganze Universum auf sich, möchte es gleichsam in sich aufnehmen. Er wirkt aber nach der Summe seiner Theilchen, in geradem Verhältniß der Masse dieser und in umgekehrtem des Quadrats der Entfernung; jedes seiner Theilchen wirkt ins Unendliche hinaus, und nicht die Weite der Anziehung, nur die Stärke derselben hängt von der Summe der Theilchen ab. Die Fallgeschwindigkeiten verhalten sich, wenn die Schwerkraft gleich bleibt, direct wie die Zeiten, und die ganzen Fallräume wie die Quadrate der Zeiten. — Die Mechanik ruht wesentlich auf dem Grunde der Schwere, die Mechanik par excellence ist jene des Himmels, die Astronomie.

166. Die Molecularanziehung erlischt schon in äußerst geringen Distanzen, die Gravitation scheint eine durch keine Entfernung zu vernichtende Kraft zu sein, obschon sie sich im Quadrate der Entfernung abschwächt. Wenn also die Moleküle zu einem kosmischen Körper vereinigt sind, oder wenn sie unter den

Einfluß eines kosmischen Körpers kommen, so äußern sie, wird behauptet, eine Kraft, die von der Molecularkraft verschieden ist. Es ist aber möglich, daß die Kraft, womit sich die Moleküle anziehen, und welche wir nur auf der Erde beobachten können, nur scheinbar schon in geringer Entfernung erlischt, weil die übermächtige Schwerkraft der Erde ihre Wirkung unmöglich macht, und daß somit die Weltkörper wie die Moleküle sich durch dieselbe Kraft anziehen. In beiden Fällen wird der zwischen ihnen befindliche Aether das Vermittelnde sein, da eine Wirkung durch einen absolut leeren Raum für uns nicht denkbar ist, obschon Kant in den „metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft“ eine solche unvermittelte Actio in distans angenommen hat. Der Aether ist aber nicht die Ursache der Gravitation, welche vielmehr der schweren, greifbaren Materie zukommt, sondern vermittelt nur die Fortpflanzung dieser Kraft. Durch sie haben sich die Weltkörper aus der zerstreuten Materie geformt, durch sie wirken sie in Ewigkeit aufeinander.

167. Jeder Weltkörper ist von einer Aethersphäre umgeben, die je näher an ihm desto dichter ist. Je näher am Weltkörper, desto stärker werden durch den Schwarezug die Schwingungen der in unzählige Schichten zerfallenden Aetherhülle gegen das Centrum, und treiben alle in ihren Bereich kommenden Körper durch sich hindurch diesem Centrum zu, und die Schnelligkeit der Schwingungen läßt den Körper als in einem continuirlichen Fall begriffen erscheinen. Je weiter entfernt von einem Weltkörper, z. B. von der Erde, desto mehr nimmt die nach ihr gerichtete Schwingung der Aetherschichten ab, und in einer gewissen Entfernung, noch weit über die des Mondes hinaus, sind die Aetherschichten in einer Schwingung begriffen, in welcher sich die Richtung nach der Erde und die nach der Sonne das Gleichgewicht halten. Hier könnte — wenigstens für eine kürzere Zeit, bis die Perturbationen oder diestellungsänderung der Erde zur Sonne eine Entscheidung für das Uebergewicht der einen oder andern Richtung herbeiführen, sich ein fremder Körper in einer intermediären Bahn zwischen Erde und Sonne erhalten. — Die Schwerkraft muß mit dem Quadrat der Entfernung abnehmen, weil die Oberflächen der kugelför-

migen Aetherschichten sich verhalten wie die Quadrate ihrer Halbmesser.

168. Die Aethersphäre der Sonne muß noch weit über die Bahn des fernsten Planeten hinausreichen. Daß die Planeten doch nicht auf die Sonne stürzen, sondern sich in bestimmten Distanzen von ihr erhalten, erklärt sich aus der Entstehungsgeschichte des Planetensystems und aus der Kraft, die ihnen von der Bewegung der Ringe her innewohnt, aus welchen sie ihren Ursprung genommen haben. Hierzu kommt noch die Gravitationswirkung, welche die einzelnen Planeten selbst aufeinander äußern, so daß keiner von der Sonne allein, sondern alle zugleich auch voneinander abhängig sind, wodurch ein complicirtes System von wirkenden Kräften entsteht, die sich, wenigstens eine lange Zeit hindurch, gegenseitig so im Gleichgewicht erhalten, wie die Moleküle irgend eines untergeordneten Körpers in ihrer Gleichgewichtslage und gegenseitigen Entfernung.

169. Die Gravitationswirkung muß sich mit einer außerordentlichen Schnelligkeit fortpflanzen. Verschwände die Sonne plötzlich, so würde die Erde noch eine äußerst kurze Zeit ihre Anziehung fühlen; entstände plötzlich ein neuer Planet in unserem Sonnensystem, so würde seine Anziehung erst nach einiger, freilich äußerst kurzer Zeit die Erde afficiren. Ehe gefunden war, daß die thatsächliche Verminderung der Excentricität der Erdbahn die wirkliche Ursache der Beschleunigung der Mondbewegung ist, forschte Laplace, ob diese nicht von der allmäligen Fortpflanzung der Attraction abhängt, was der Calcul einen Augenblick plausibel machte. Hiernach mußte die allmälige Fortpflanzung der Attraction eine Störung in der Mondbewegung herbeiführen im Quadrat der von einem bestimmten Moment verflossenen Zeit; eine Fortpflanzung achtmillionenmal schneller als die des Lichtes würde die Erscheinungen erklären. — Obwohl man jetzt die hauptsächlichste Ursache der Beschleunigung der Mondbewegung weiß, bleibt Laplace's Calcul doch werthvoll; die von der successiven Fortpflanzung der Schwere abhängige Störung besteht doch. Die Verbindung zwischen der Schnelligkeit und der Störung lehrt deren gegenseitiges Zahlenverhältniß finden. Nimmt man für die Perturbation das Maximum an, was die Beobachtungen ergeben, wenn sie nach der

Beschleunigung corrigirt sind, die von der Veränderung der Excentricität der Erdbahn herrührt, so findet man, daß die Attraction sich funfzigmillionenmal schneller fortpflanzt als das Licht. *)

*) Arago, Astronom. popul. IV, 119.

Construction und Eigenschaften der Materie.

170. Die Physiker und Chemiker behaupten, ohne Atome die Erscheinungen der Polarisation und Farbenzerstreuung, der Wärmeleitung, der Cohäsion, den chemischen Proceß nicht erklären zu können. Nach Cauchy's Analyse ist nur in einem aus discreten Atomen bestehenden Medium, nicht aber in einem continuirlichen Farbenzerstreuung möglich; im letzteren Fall könnte nur einfache Brechung der Strahlen eintreten. Die Geseze der Wärmeleitung, meint Fechner, ordnen sich unter die der Strahlung von selbst unter, „sofern man nur die wägbaren Körper aus discreten Theilchen bestehend denkt, welche die Wärme einander zustrahlen“. Daß jedes Stückchen eines zerschnittenen magnetisirten Drahtes wieder ein Magnet ist, glaubt man ebenfalls nur durch die Existenz von Atomen erklären zu können.

171. Im chemischen Proceß reagiren immer ein und dieselben, für jeden Stoff genau bestimmten Gewichtstheile oder Aequivalente als solche. Vereint man z. B. 100 Gr. Sauerstoff mit 1000 Gr. Kalium, so oxydiren sich stets nur 488,82 Gr. Kalium und die übrigen bleiben ganz unverändert. Die isomeren und polymeren Körper sind aus denselben Grundstoffen und denselben relativen Gewichtsverhältnissen gebildet und zeigen doch die abweichendsten physikalischen und chemischen Eigenschaften, was, heißt es, unmöglich wäre, wenn verschiedene Materien bei der chemischen Verbindung sich durchdringen würden. Daß die durch Elektrolyse getrennten Elemente des Wassers an den Polen der galvanischen Säule in Gasform sich auscheiden, würde ebenfalls nur bei Annahme discreter Atome möglich sein.

172. Die chemischen Grundstoffe sollen verschieden gestaltete Atome haben, und diese bestehen aus noch kleineren Theilchen von gleicher Gestalt und Natur in verschiedener Zahl, so nahe aneinander, daß sie keinen Aether mehr zwischen sich haben, den man erschüttern könnte, weshalb sie für uns untrenn-

bar sind. Die verschiedene Zahl und Gruppierung dieser kleinsten Theilchen macht begreiflich, wie ein Atom nach verschiedenen Richtungen mit verschiedenen Kräften wirken kann, wie dieß namentlich bei der Krystallisation angenommen werden muß. — Die sogen. Atomgewichte sind nach Dumas Multipla des ganzen oder halben Atomgewichts des Wasserstoffs; das Atomgewicht des Sauerstoffs ist achtmal, das des Kohlenstoffs sechsmal so groß als jenes des Wasserstoffs; das halbe Wasserstoffatom, schließt man, ist ein solch kleinstes Körpertheilchen, aus welchen alle Atome der chemischen Grundstoffe zusammengesetzt sind. — Zwischen den körperlichen Atomen befinden sich die Aetheratome in verschiedener Zahl und Anordnung je nach der Zahl und Gruppierung der materiellen Atome. Diese ziehen sich an, die Aetheratome stoßen sich ab.

173. Die Naturphilosophie muß behaupten, daß bei der Annahme absolut fixirter Atome kaum der chemische Proceß, und noch viel weniger das organische Leben begreiflich ist, vom geistigen nicht zu reden. Alles Durchbringen eines Niederen durch ein Höheres, alles Hervorgehen aus dem Unsichtbaren in das Sichtbare und Rückgehen des Sichtbaren in das Unsichtbare, alles wahrhafte Werden und Schaffen kann bei jener Voraussetzung nicht eingesehen werden. Für die philosophische Anschauung ist die Materie in ewigem Fluß und Wandel begriffen, was bei Annahme einer für allemal fixirter Theilchen nicht möglich wäre.

174. Man hat, um die Annahme solcher zu stützen, auf die individuelle Geschiedenheit und Gliederung aller Naturformen von dem Weltkörper an bis in das Kleinste und Feinste aufmerksam gemacht. Aber was von den concreten Naturformen gilt, welche immer der Ausdruck bestimmter Ideen sind, kann nicht bis auf ihr materielles Substrat ausgedehnt werden, welches das Mittel zu ihrer Realisirung ist und, um es sein zu können, wandelbar sein muß.

175. Aus Mitscherlich's Beobachtung, daß Krystalle unter dem Einflusse der Wärme in verschiedenen Richtungen ungleich breite Flächen erhalten und deren Winkel sich ändern, hat Moigno geschlossen, daß die Wärme die Atome nicht nur zur Aenderung ihrer Abstände, sondern auch ihrer Form bestimmt habe. Die Cohäsion ist gerade für den Atomistiker unbegreiflich,

und er kann nur von Adhäsion sprechen, da ja jedes Atom seine Begrenzung hat.

176. Kann man wirklich glauben, daß, wenn man Zinnober oder Kochsalz fortwährend theilte, man zuletzt auf Atome von Schwefel und Quecksilber, von Chlor und Natrium kommen würde? Man würde wohl immer nur Zinnober- und Kochsalztheilchen bekommen. Chlor und Natrium, Schwefel und Quecksilber sind nicht mehr wirklich da, sondern nur möglich. Sie haben sich gegenseitig durchdrungen und aufgehoben in neuen Producten, die nichts mehr von den ursprünglichen Eigenschaften haben, aus welchen sie aber durch einen neuen Proceß nicht ausgeschieden, sondern reconstituirt, rückverwandelt werden können. Wasser und Sauerstoff an den Polen der Volta'schen Säule brauchen nicht atomistische Bestandtheile des Wassers, sondern können auch einfachere Producte, durch dessen Rückbildung entstanden, sein.

177. Viele Phänomene erklären sich ebenso gut durch Annahme werdender und vergehender, nur vorübergehend fixirter Atome, zu welchen die Materie punctualisirt und specifisch bestimmt wird. Sie bleibt so lange in dieser besondern Beschaffenheit, bis ein neuer Anstoß sie zur Transmutation in andere Qualitäten, Gliederungsweisen und Formen bestimmt. Es gibt eine große Anzahl besonderer Erscheinungsweisen der Materie, die immer wiederkehren, sobald dieselben Umstände eintreten, und die alle ihre bestimmten Zahlenverhältnisse und ihre Statik haben; die kleinsten Theilchen der Materie, die immer neu sich bilden und vergehen, und die man Atome nennen kann, ändern hiebei so gut ihre Formen als die sichtbaren aus ihnen gebildeten Körper ihren Cohäsionszustand, sind wahrscheinlich rund im Aether, den Gasen und tropfbaren Flüssigkeiten, eckig, krystallinisch in den festen Körpern. Manche halten für wahrscheinlich, daß die wirklich kleinsten Theilchen der Materie sämmtlich sphärisch gestaltet und daß, was man Atome nennt, nur Sammlungen solcher kleinsten gleich gestalteten Theilchen sind. Die Specification der Stoffe würde dann durch die Zahl und Anordnung der kleinsten Theilchen in einem Atom gegeben sein.

178. Es mögen die kleinsten Theilchen alle möglichen Kräfte und Eigenschaften besitzen, und zwar alle Theilchen die

gleich, und die verschiedenen Materien mögen dadurch entstehen, daß nach der Art der gegenseitigen Sollicitation mit Veränderung der inneren Zustände diese oder jene Kräfte und Eigenschaften sich geltend machen, so daß wir bald sogen. einfache Stoffe, bald zusammengesetzte vor uns haben, und daß alle Wandlung der Materie nur darin besteht, daß andere und andere Kräfte und Eigenschaften hervorgekehrt werden. Für den Physiker wären dann die sogen. Atome punctuelle wechselnde Spannungscentra, Kraftpunkte, vermöge ihrer Wirkung aufeinander einen Raum erfüllend, für den Chemiker wären sie qualitativ und zeitlich specificirte kleinste Größen, in beiden Fällen ohne bleibende Existenz, zur Erklärung der Phänomene angenommen.

179. Die temporäre Punctualisirung der Materie, ihre Gliederung in sogen. Atome geht bis zu unsagbarer Feinheit fort. Man hat aus den Beobachtungen erschlossen, daß die Dicke der aus Proteinstoffen bestehenden Körperwand der kleinsten Monaden nur etwa $\frac{1}{30,000}$ Linie beträgt; jedes Atom dieser Stoffe ist aus 124 Atomen von Grundstoffen zusammengesetzt, und doch gehen durch diese erstaunlich feinen Wände andere ebenfalls aus 124 Elementaratomen gebildete Proteinatome ohne gegenseitige Störung. Die Entfernung der 124 Elementaratome in einem Proteinkörperchen voneinander kann $\frac{1}{20}$ von der Dicke der Wand nicht übersteigen, also nicht $\frac{1}{600,000}$ Linie betragen, so daß eine Kubiklinie etwa 240,000 Billionen solcher Elementaratome enthalten kann. Im kleinsten Körnchen Salz sind viele Millionen Atome, und die des Aethers, welche unter sich gleich und unveränderlich angenommen werden, müssen noch viel tausendmal kleiner sein. Die Wellenlängen des Lichtes schwanken in der Luft zwischen 0,0004—0,0005 Millimeter, welche so geringe Längen noch ungemein groß gegen den Abstand zweier Atome ist, wie die Erscheinungen bei den Newton'schen Farbenringen erweisen. *)

*) „Die Größen der Wellenlängen können durch Körper dargestellt werden, z. B. als Zwischenräume zwischen einem ebenen und einem sehr flach erhabenen Glase, durch welche jene Ringe hervorgebracht und die Wellenlängen bestimmt werden können. Die Veränderung der Weite des Zwischenraumes kann aber nur sprungweise um einzelne Abstände von Körperatomen vor sich gehen. Wären diese Abstände größer als eine Wellenlänge, so müßten die Uebergänge in den Farben der Ringe sprungweise sein. Dieß

ist aber nicht der Fall; im Gegentheil ist ein solcher Uebergang von Hell in Dunkel, der sich durch merkliche Abstände dieser beiden Stellen erstreckt, ganz stetig für das Auge, woraus folgt, daß auch die Zunahme der Weite eines Zwischenraumes so gut wie stetig ist, oder daß die Weite der erwähnten Sprünge, d. i. der Abstand zweier Körperatome, sehr klein im Verhältniß zu der Wellenlänge ist. Bei dem Aether, der zunächst auf entgegengesetzten Seiten eines Atoms ist, müssen daher die Phasenunterschiede sehr gering sein.“ Wiener, Grundzüge der Weltordnung, Leipz. u. Heidelberg. 1863, S. 114.

180. Ein Atom für sich ist keiner Thätigkeit fähig, welche nur eintritt, wenn mehrere beisammen sind. Die materiellen Atome haben Beharrungsvermögen und außerdem anziehende und abstoßende Kraft. Man nimmt an, daß sie sich zu Molekülen vereinigen, deren jedes wenigstens zwei Atome enthalten muß und von einer sphärischen Aetherhülle umgeben ist. Zwei werden ein stabförmiges Molekül, drei eine dreieckige Platte, vier ein tetraëdrisches Molekül bilden u. Mehrere Moleküle bilden ein Molekül zweiter Ordnung, ebenfalls mit Gleichgewichtslage seiner Theile; mehrere solcher ein Molekül dritter Ordnung u. Die Art der Gleichgewichtsgruppierung kann sehr verschieden sein. Atome und Moleküle sind in fortwährenden Schwingungen um ihre Gleichgewichtslage begriffen, welche geradlinig, krummlinig, kreisförmig sein können; auch vermögen die Moleküle um sich selbst zu rotiren. (Rebtenbacher.) Zunächst durch die Temperaturänderungen, dann noch durch andere Einflüsse veranlaßt, wirken die Schwingungen der einen Atome unaufhörlich auf die der anderen ein.

181. Je näher aneinander die Atome, desto dichter ist ein Körper und desto größer ist in der Regel sein Wärmeleitungsvermögen.

182. Mechanische Einwirkung beeinflusst den Molecularzustand der Körper sehr. Wasser, mehrere Grad unter 0° R. noch flüssig, schießt sogleich in Krystallen an, wenn man es mit einer Nadelspitze berührt oder ein Sandkorn hineinwirft. Weine in Kellern neben Schmieden, Mühlen verändern sich oft schnell wegen der Erschütterung. Schwarzes, amorphes Schwefelquecksilber an eine Säge in einer Sägemühle befestigt, wird durch die Bewegung zum prächtigsten Zinnober. Silberoxydammoniak,

Jodhydogen zerlegen sich nur mit einem Haare berührt mit heftiger Explosion. Druck und lang anhaltende Vibration machen gleich der Wärme das sehnige Stabeisen körnig und vermindern seine Tragkraft. Die Drahtfäden, Kettenglieder und Stangen der Draht- und Kettenbrücken werden durch die fortwährende Vibration endlich krystallinisch körnig und brechen; ebenso die Axen der Wagen durch Stoß und Reibung. (Szabó.) Der mechanische Stoß verwandelt das Knallsilber, der Blitz das Silber in Dampf.

183. Die Theilchen selbst der starren unorganischen Körper sind wahrscheinlich fortwährend in Bewegung. Bisweilen bilden sich aus einem starren Körper Krystalle oder das krystallinische Gefüge geht in einen unkrystallinischen, zerfallenden Aggregatzustand oder der muschlige in einen blättrigen Bruch, der splinterige in einen erdigen über. Auch bei Erwärmung und Erhaltung, Feucht- oder Trockenwerden gehen in den starren Körpern Molekularbewegungen vor sich, eben so bei elektrischer Einwirkung. Diese Bewegungen sind verschieden nach Richtung, Größe, Geschwindigkeit, oft ganz unmerklich langsam, oft ungemein schnell, so wenn z. B. die schwefelgelben rhombischen Tafeln des einfachen Jodquecksilbers bei Berührung mit einer Nadelspitze augenblicklich sich scharlachroth färben, welche Farbe dann um sich greift, als wenn die Masse belebt wäre. So werden auch in der aller kürzesten Zeit die Krystalle des klinorhombischen gelben Jodquecksilbers in Austerkrystalle des monobimetrischen rothen Jodquecksilbers umgewandelt. Gerstenzucker braucht Monate bis er eine krystallinische Rinde erhält, amorphe arsenige Säure bedarf hiezu Jahre und Jahrtausende mochten vergehen, bis Gypsfasern wie die am Harz sich aus Karstenit bildeten. Die Molekularbewegungen können ohne chemische Aenderung oder in Folge solcher stattfinden, können von Temperatur- und Formänderungen begleitet sein oder nicht; durch sie bilden sich die Mineralien in andere um. Die Umwandlung des klinorhombischen Schwefels in orthorhombischen, durch Temperaturänderung veranlaßt, ist eine sogen. Paramorphose. (Hausmann.)

184. Die zitternden Bewegungen der sogen. Brown'schen Moleküle (sehr kleine Theilchen belebter oder unbelebter Körper in Flüssigkeiten) rühren nach Wiener von den fortwährenden Be-

wegungen her, welche in Flüssigkeiten vermöge ihres Cohäsionszustandes statt finden, durch welchen beständige Strömungen gegeben sind. Am leichtesten nimmt man sie an Gummigutttheilchen wahr, aber auch an gepulvertem Quarz, Bleiweiß und anderen Farbstoffen u. Die Theilchen müssen wenigstens $\frac{1}{2000}$ — $\frac{1}{1000}$ Linie klein sein, um diese Bewegung zu zeigen.*)

*) Vergl. unter Anderem Brücke in Sitzungsberichten der k. k. Akademie Bd. 45, 2. Abtheilung. Die Bewegung der Körnchen in den Speichelskörperchen sieht Brücke für eine Lebensbewegung an.

185. Die Körper können in verschiedenen Cohäsionszuständen erscheinen, welche wesentlich auf der Bewegungsart ihrer Theilchen beruhen und von welchen man den festen, flüssigen und gasigen unterscheidet, welche durch Zwischenformen ineinander übergehen. Die Alten bezeichneten die Cohäsionszustände der Materie bekanntlich als „Elemente“; die Erde entspricht dem Festen, das Wasser dem Flüssigen, Luft und Feuer dem Gasigen. Die Adhäsion ist eine Modification der Cohäsion; die Theilchen mancher Körper hängen mit anderen nicht zusammen, die des Oeles z. B. nicht mit denen des Wassers.

186. Bei den festen Körpern cohäriren die kleinsten Theilchen, d. h. jedes wird von den benachbarten mit einer Kraft angezogen, die größer ist als sein Gewicht, so daß es sich bloß durch letzteres nicht von den anderen trennen kann. Die Bewegung der Moleküle fester Körper läßt sich als vibrirende bezeichnen; die Moleküle bewegen sich um gewisse Gleichgewichtslagen, ohne diese ganz zu verlassen. Im flüssigen Zustand, wo die Theilchen nur noch wenig cohäriren, so daß sie durch die kleinste Kraft verschiebbar sind, besteht keine bestimmte Gleichgewichtslage der Moleküle mehr; sie können sich ganz um ihren Schwerpunkt drehen und dieser kann auch seine Lage ändern. Doch bleiben die Moleküle noch in Verbindung weil ihre anziehende Kraft die auseinander-treibende übertrifft. Man kann die Bewegung der Moleküle der Flüssigkeiten als schwingende, wälzende und fortschreitende bezeichnen. Der flüssige Zustand beruht vielleicht auf einer Abstoßung der Körper- und Aetheratome.*) Im gasförmigen Zustande treten die Moleküle ganz aus ihren Anziehungssphären und fliegen nach den gewöhnlichen Bewegungsgesetzen geradlinig

fort. Die zurückgelegten Wege sind dabei doch nur sehr kleine, weshalb sich zwei in Verührung stehende Gasmenngen nur sehr langsam mischen. Nach der Größe des äußeren Druckes kann ein luftförmiger Körper einen kleineren oder vielfach größeren Raum einnehmen. Flüssige und gasige Körper richten sich nach der Form des sie einschließenden Behälters.***) Der Druck, welchen ein eingeschlossenes Gas auf die Wände eines Gefäßes übt, entsteht durch die Stöße der Gasmoleküle an sie.

*) Wiener, l. c. 39.

**) Clausius, Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie. 2. Abtheilung. S. 236. (1867.)

187. Um einen festen oder flüssigen Körper zu einem luftförmigen zu machen, ist Arbeit nothwendig und diese wird durch die Wärme verrichtet. Eis ist Wasser, dessen kleinste Theilchen nur noch ein Minimum der Bewegung haben, Dampf ist Wasser, wo dieselben sich in lebhaftester Bewegung befinden und voneinander entfernen wollen. Verdichten sich gasförmige oder flüssige Körper, so entstehen neue Schwingungsebenen ihrer Aethersphären, welche sich durch den Raum fortpflanzen und Licht und Wärme entwickeln können. In den harten Körpern ist die Zusammenfassung der Theilchen und damit der Abschluß gegen die Außenwelt am weitesten gediehen.

188. Eine Anzahl von Stoffen existirt für sich nur in Gasform. Die Gase, diese unsichtbaren, durchsichtigen, formlosen, flüchtigen, fast gewichtlosen Wesen, die sich in den größten Raum ausdehnen und in den kleinsten zusammendrücken lassen, wobei manche zu rasch verdunstenden Flüssigkeiten werden, sind geheimnißvolle Mächte, welche bald belebend, bald beängstigend und tödtend auf die organischen Wesen wirken. Sie brechen hervor aus den Tiefen der Erde, sie entwickeln sich aus sich zersetzenden Körpern und schweben unsichtbar im Luftkreis, breiten sich nach allen Richtungen aus und vermischen sich mit anderen. Sie lassen sich von flüssigen und festen Körpern aufnehmen und in manchen so verdichten, daß sie einen chemischen Proceß mit Feuer ausbruch hervorrufen. Das mächtigste ist wohl das Sauerstoffgas, welches die Flamme des thierischen Lebens ansacht; das Chlorgas ist feindlich allem Leben und Allem, was vom Leben kommt. Hinsichtlich des Abstandes

seiner Atome voneinander hat man für das Wasserstoffgas berechnet, daß auf das Millimeter höchstens 275 Millionen Atome kommen. *)

*) Puschl in Sitzungsbericht. der k. k. Akademie der Wissensch. 1862.

189. Wird ein Gas erhitzt, so wächst sein Volumen regelmäßig bei 1° Erhitzung um 0,00368 — 0,00390 seiner ursprünglichen Ausdehnung und diese Zahl heißt man den Ausdehnungscoefficienten. Das sog. Mariotte'sche Gesetz gründet sich darauf, daß bei Druck das Volumen eines Gases stets so sich verhält, daß es bei doppeltem Druck um die Hälfte kleiner wird und umgekehrt. — Plötzliche Erzeugung eines Körpers von größerem Umfang ist mit Explosion verbunden.

190. Die festen Körper und auch viele flüssige ziehen die Gase mächtig an sich, verdichten sie und sind daher stets von Gashüllen umgeben. Manche Gase werden durch die Anziehung fester Körper in Flüssigkeiten verwandelt, darum benezt der Wasserdampf der Luft das Kochsalz, das wie andere, die den Wasserdampf anziehen, ein hygroskopischer Körper genannt wird. Wegen ihrer molecularen Beschaffenheit haben die Gase keinen Fall, können nicht von geneigten Flächen herunter fließen. Wenn aber in zwei miteinander communicirenden gaserfüllten Räumen ungleicher Druck stattfindet, so strömt das Gas aus dem Raume mit stärkerem Druck so lange nach jenem mit geringerem, bis das Gleichgewicht hergestellt ist; das heißt Diffusion.

191. Wenn zwei verschiedene Flüssigkeiten sich nach und nach gleichförmig miteinander mischen, so ist dieses ebenfalls Diffusion. Wasser und Del diffundiren nicht ineinander, wohl aber Wasser und Weingeist. Diffusion findet statt durch organische Membranen hindurch (Diosmose), die von unzähligen Poren durchzogen sind, durch die aber wegen ihrer außerordentlichen Feinheit ein hydrostatischer Druck nicht wirken kann.

192. Sehr viele Flüssigkeiten, wenn sie von einer beweglichen Ebene getragen werden, streben dahin, in einer Ebene auseinander zu weichen, sich auszubreiten. Ihre Theilchen und wahrscheinlich aller, auch der festen Körper haben auch eine abstoßende Kraft neben der anziehenden, und wenig veränderte Bedingungen rufen die eine oder andere hervor. (D u b o i s - R e y m o n d).

193. Starre Körper bestehen durch ein Gleichgewicht im Druckverhältniß des äußeren Aethers und der die Moleküle umgebenden Aethersphären. Das Vermögen, dieses durch Druck oder Zug gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen, heißt Elasticität. In ihr äußert sich ein Selbsterhaltungstrieb der Körper, ein Bestreben, ihre Form aus der aufgezwungenen Aenderung wieder herzustellen. Das Vermögen eines Körpers, sich zusammenzudrücken zu lassen und wieder in den vorigen Raum sich ausdehnen zu können, findet sich mehr oder minder bei allen Cohäsionsformen und setzt eine weite Schwingungssphäre der Moleküle voraus, welche bei jenen Veränderungen doch ihre Gleichgewichtslage erhält. Rant unterschied eine expansive und contractive Elasticität. Die erstere zeigt sich bei allen Cohäsionszuständen, bei festen, flüssigen und gasigen Körpern, die contractive ist allgemein bei festen Körpern, problematisch bei flüssigen und fehlt den gasigen immer, da die Gase sich vielmehr ins Unendliche ausdehnen wollen. In der Elasticität tritt ein Wechsel der specifischen Schwere ein; derselbe Körper hat ein anderes specifisches Gewicht, je nachdem er zusammengezogen oder ausgebehnt ist, wie bei der Wärme. Die Molekularschwingungen der Elasticität sind noch viel langsamer als die der Wärme. — Es fragt sich, ob Elasticität und Repulsivkraft mit absolut harten Atomen bestehen könnten.

194. Jeder Körper hat seine bestimmten Verhältnisse zur Schwere und zum Licht, welche letzteren sich in Durchsichtigkeit oder Dunkelheit, in Farbe und Glanz äußern, seine specifische Wärme, Wärmecapacität und Wärmeentwicklung; jeder kann elektrisch, magnetisch oder diamagnetisch und leuchtend werden, jeder hat seinen eigenen Ton.

195. Man will behaupten, daß alle Körper Poren hätten, organische wie unorganische. Darum bringt Feuchtigkeit durch die Häute, selbst durch die Mineralstoffe; eine goldene mit Wasser gefüllte Kugel bedeckt sich unter starkem Druck mit kleinen Tröpfchen. Jede organische Zelle besteht aus einem Netzwerk feiner Fasern, Schüppchen und Plättchen. Die Poren seien rund, elliptisch, fadenförmig, krumm, gerade, $\frac{1}{4000}$ — $\frac{1}{800}$ groß. Daraus erkläre sich Ernährung, Stoffwechsel, Befruchtung, Uebergang der Ein-

geweidewürmer oder ihrer Eier aus diesem in jenes Organ. (Reber.)

196. Was man Materie nennt, ist nur die Summe jener Kräfte, deren Wirkung in die Sinne fällt; Kraft und Stoff sind untrennbar; Kraft ist nur der wirkende Stoff. Vielleicht sind alle Erscheinungen auf Kräfte und Beharrungsvermögen zurückzuführen. Manche suchen hinter den Kräften noch nach dem „Wesen“ derselben und behaupten z. B., von keiner Kraft sei noch das Wesen erkannt. Das Wesen der Kraft zeigt sich aber in ihrer Wirkung. Nach ihrem Ursprung zu fragen, ist so müßig als die Frage, warum überhaupt Etwas sei. — Ungleichartige Kräfte können sich durchdringen, durchwirken und ineinander sein; gleichartige schließen sich aus; darauf beruht die sogen. „Undurchdringlichkeit der Materie“.

197. Die Anziehungskraft muß man sich als eine von der Totalität eines Körpers ausgehende, die Totalität des andern erfassende, die Abstoßungskraft als eine nur von Oberfläche auf Oberfläche wirkende denken. Die erstere ist die stärkere. Weil die einfache gegenseitige Anziehungskraft der Theilchen eines Körpers gern runde Formen bildet, wie sie die Weltkörper, die Wassertropfen zeigen, so hat man wohl die Kugel als Grundform der Natur bezeichnet.

198. Die sogen. Trägheit der Materie, besser das Beharrungsvermögen derselben will weiter nichts sagen, als was sich von selbst versteht, daß eine Bewegung oder eine Gleichgewichtslage ohne äußern Anstoß sich nicht ändert, und daß ohne diesen ein bewegter Körper seine Bewegung, ein ruhender seine Ruhe beibehält. Galilei (nicht Baco) war der erste, welcher die Begriffe des Beharrungsvermögens der Masse, Kraft, Beschleunigung und andere mechanische Begriffe gefunden und festgestellt hat.

199. Aus den Grundeigenschaften der Materie, nämlich dem Beharrungsvermögen, der Gleichheit von Kraft und Gegenkraft, der Unabhängigkeit der Wirkungen ergibt sich mit Nothwendigkeit, daß die Geschwindigkeiten, welche gleiche, anfangs ruhende Massen durch zwei gleiche Kräfte erhalten, in geradem Verhältniß zu deren Dauer stehen müssen; ferner, daß die Geschwindigkeiten,

welche zwei solcher Massen in derselben Zeit enthalten, in geradem Verhältniß zu den wirkenden Kräften stehen werden; endlich, daß die Geschwindigkeiten, welche zwei gleiche Kräfte in gleicher Zeit bei zwei verschiedenen, anfangs ruhenden Massen bewirken, in umgekehrtem Verhältniß zu diesen stehen müssen.

200. Alle Gestaltung und Vernichtung der Körper kann nur durch Bewegungen zu Stande kommen, Bewegungen von unendlicher Mannigfaltigkeit und fortwährender Veränderung, in geraden und krummen Linien, oscillirende, fortschreitende, circuläre oder spirale; so bei der Verdichtung und Auflösung, bei der Anordnung der Theilchen in Krystalle, bei Stoffwechsel und Wachsthum. E. Schimper wollte diesen Theil der Naturmechanik, so weit er die Bildungsvorgänge im Flüssigen betrifft, als eine eigene Lehre, Rhöologie genannt, behandeln.

201. Rotirende und Bewegungen in Spiralen, in flüssigen und gasigen Körpern, wodurch bei der Erstarrung die Anordnung der hiebei entstehenden festen Körper oft eine spirale wird, sind in der Natur sehr verbreitet. Die prächtig irisirenden Seifenblasen entstehen, indem durch rotirende Bewegung der Seifenschleim in spiralen Lamellen zur Haut wird, dünne Gläser lassen ebenfalls spirale Anordnung erkennen. Luftbläschen steigen in Wasser und Weingeist in Spiralen auf und nehmen oft selbst Schraubenzieherform an, Kalium oder Natrium auf Wasser geworfen erhalten durch die schnelle Oxydation und Schmelzung eine wirbelnde Bewegung und die erkalteten Metallkügelchen zeigen Spiralfstreifung. Bringt man in ein mit Flüssigkeit gefülltes Cylinderglas ein kleineres mit anderer Flüssigkeit, dessen Boden aus Haut oder Kautschuk mit sehr feinen Oeffnungen besteht, so bildet die aus dem kleineren Glas in das größere niederfließende Flüssigkeit häufig spirale Figuren.*) Bekannt ist die spirale Gestalt oder Anordnung in der organischen Welt, in der Blattstellung, bei gewissen Vibrioniden und Spermatozoiden, bei der Schneuschale, und auch die Haare auf dem Kopf des Menschen formiren spirale Wirbel. Selbst manche Nebelflecken und Sternhaufen sind spirale angeordnet. —

*) G ü m b e l, die Wirbelbewegung an Stoffen im gestaltlosen Zustand, Landau 1852.

Die schwingenden Bewegungen des Aethers und der Materie.

202. Wärme und Licht, Elektricität, Magnetismus, chemischer Proceß stehen in näherer oder weiterer Beziehung zueinander, am nächsten sind sich Licht und Wärme, entfernter Elektricität, am fremdbartigsten steht der Magnetismus den anderen gegenüber. Gemeinschaftlicher Charakter all' dieser Vorgänge, welche ineinander übergehen und sich ineinander umwandeln lassen, so wie auch des Schalles, ist schwingende Bewegung entweder in den Aethertheilchen oder den materiellen Atomen, oder in beiden zugleich.

203. Aetherschwingungen für sich allein geben nur Licht, Schwingungen der materiellen Atome Wärme, Schwingungen des Aethers und der Atome geben Licht und Wärme. Bei der Wärme schwingen die Gleichgewichtspuncte der Atome in den verschiedensten Ebenen jenseits und diesseits der Gleichgewichtslage. Bei der Elektricität schwingen die Atome oder Atomgruppen nicht bloß um ihre Gleichgewichtspuncte, sondern entweder jenseits, oder diesseits von ihnen, so lange der elektrische Strom den Leitungsdraht durchzieht. Der Thermo- oder Elektromagnetismus besteht also in einer vorübergehend fixirten Schwingung. Der gewöhnliche Magnetismus entsteht, wenn diese Viertelschwingung dauernd fixirt wird und ohne neue Erregung in gewissen Körpern sich erhält, wobei die Größe der Schwingung die Intensität bedingt. Magnetismus wäre sonach zur Ruhe gekommene Elektricität und der elektrische Proceß wäre in Bewegung gebrachter Magnetismus. Elektricität und Magnetismus bestehen also in einer Veränderung der Gleichgewichtslage der Aethertheilchen und materiellen Moleküle und sind in ihrem Wesen nicht verschieden. Wärme kann in einem ganz homogenen Körper keine Elektricität erzeugen, weil sie nur in Schwingungen der Moleküle jenseits und diesseits ihrer Gleichgewichtslage besteht, aber Elektricität kann Wärme erzeugen, weil ihr Wesen Schwingung jenseits oder diesseits der Gleichgewichtslage ist. Magnetismus vermag wegen seiner einseitig fixirten Schwingungen nicht Wärme zu erzeugen, die vielmehr ihm gefährlich wird.

Schallende, elektrische und warme Metallstäbe mit ihren lebendigen Schwingungen werden durch Berührung mit einem Leiter alterirt, der hingegen bei dem starren Magnetismus keine Hemmung oder Ableitung bewirken kann. (Spiller.)

204. Durch verschiedene Grade der Reibung in Verbindung mit der Beschaffenheit der Körper kann man nach Umständen Schall, Wärme, Licht, Electricität und Magnetismus hervorbringen. Hämmernt man Eisenstäbe, so tönen sie zuerst, dann werden sie magnetisch, hierauf warm, dann glühend und leuchtend. Schall wird auch erzeugt durch Blasen, Streichen, Reiben, bei Verbrennung von Knall- und Leuchtgas. Durch Compression kann man Luft heiß, Bergkrysal elektrisch, Glas leuchtend machen.

205. Der elektrische Gegensatz erlöscht im Lichtfunken, seiner Ausgleichung; der durch die Axendrehung der Erde erzeugte elektrische Strom macht Eisenstangen, die in ihn gehalten werden, augenblicklich magnetisch; im Polarschein zeigt sich der Magnetismus als Licht; Lichtstrahlen können elektrisch und magnetisch machen; dem chemischen Proceß gehen Erscheinungen von Electricität, Licht, Wärme parallel, der elektrische Strom wirkt zersetzend oder verbindend. Zettelt man einen elektrischen Strom durch einen dünnen Platindraht, so sendet dieser immer hellere Flammen aus. In den Geißler'schen Röhren werden durch den elektrischen Funken Gasarten zum Leuchten gebracht und zeigen prächtige Farben, Wasserstoffgas carmin, Stickstoffgas purpurviolett, Chlorgas lebhaft grün. Bringt man ein brennendes Holz an einen Magnet, so werden größere Massen von Eisenspille, die an ihm hängen, an der Luft glühend. (Magnus.)

206. Treibt man schmale Gasflammen aus einem gewöhnlichen Stahlbrenner durch gesteigerten Gasdruck 12—15 Zoll hoch empor, so zeigen sie sich für hohe Töne und scharfe Geräusche höchst empfindlich. Läßt man in einer Entfernung von 6, 10, selbst 20' eine schrille Pfeife ertönen, so wird die Flamme sogleich um die Hälfte kürzer und nimmt bei Aufhören des Tons sogleich ihre frühere Höhe an. Glockentöne, Hammerschläge wirken ähnlich. Bei Violintönen in der Quinte wird die Flamme augenblicklich kurz, buschig, höchst unruhig. Noch längere Flammen, z. B. von 20', sind sogar für Fallen eines Geldstückes, Anschlagen

von Regentropfen an das Fenster, Rauschen eines Kleides empfindlich. Schreit man die Flamme mit dem S-Laut an, so sinkt sie zu einem verworren wallenden Feuerklumpen ein, bei I schwankt sie heftig, bei O schwach, U wirkt nicht auf sie. Diese Phänomene sind noch unerklärt und beruhen schwerlich auf Longitudinalschwingungen in der Brennröhre, wie Manche glauben. — Wie man ein Glas zerfingen kann, so vermag man auch unter gewissen Bedingungen durch die Stimme eine Gasflamme plötzlich auszulöschen. (Boguslawski.)

207. Man kann den Magnetismus als die Linienkraft, die Electricität als die Flächenkraft, die Wärme als die Tiefenkraft bezeichnen. Der Magnetismus hat einen polaren Gegensatz in sich und dabei immer zugleich die Indifferenz; Licht und Wärme zeigen nur Gradunterschiede; eben so vielleicht die Electricität, bei welcher aber das + und — als Gegensatz zueinander sich verhält und seine Ausgleichung sucht. Polarität, meinte Hegel, sei nichts Anderes als „die Bestimmung des Verhältnisses der Nothwendigkeit zwischen zwei Verschiedenen, die Eines sind, insofern mit dem Sezen des Einen auch das Andere gesetzt ist.“

208. Die Hoffnung, die allgemeinen Erscheinungen der unorganischen Natur nach den Principien der Mechanik zu construiren, wonach Physik und Chemie nur die Statik und Dynamik der Aether- und Molecularkraft wären, hat sich bis jetzt nur beim Licht und minder vollkommen bei der Wärme verwirklicht. Die elektrischen und magnetischen Phänomene sind der mathematischen Behandlung fast unzugänglich geblieben und haben Manche, doch wohl mit Unrecht, auf den Gedanken gebracht, daß sie auf ganz verschiedenem Grunde ruhen.

Das Licht.

209. Durch die Schwere findet Bewegung statt, um zur Ruhe zu gelangen, im Lichte um ihrer selbst willen; das Licht hat den Charakter excentrischer, unendlicher Expansion. Wenn die Materie in Licht, die höchste Erscheinung der unorganischen Natur, ausbricht, verklärt und zerstört sie sich zugleich. Das Licht gleicht einem unendlichen Ocean, der, ausgegossen durch das ganze Universum, überall zusammenhängt. Die Sonnen sind in

diesem Gleichniß die Strudel, welche fortwährend die Lichtströme ausgießen und die Bewegung im Lichtmeere unterhalten, die Planeten und Monde die Inseln, an welchen sich dasselbe bricht.

210. In der Lehre vom Licht zeigte sich sehr augenscheinlich die Macht einer glücklichen Hypothese. Hypothetisch war die Annahme eines Aethers, hypothetisch die Annahme einer Bewegung desselben, aber die Hypothese wurde durch die Thatsachen gestützt. Newton ließ das Licht beim Eintritt aus der Luft in das Wasser deshalb gebrochen werden, weil das Wasser seine Theilchen anziehe, und seine Geschwindigkeit müsse darum im Wasser zunehmen; Fizeau erwies aber durch Versuche, daß die Geschwindigkeit des Lichtes im Wasser als einem dichtern Medium abnehme, was gegen Newton für Huyghens' Undulationstheorie entschied. Newton behauptete aus den Beugungsphänomenen die Materialität des Lichtes, und gerade aus diesen konnte Fresnel das Gegentheil erweisen.*) Der Letztere verhalf endlich der Undulationstheorie zum Siege, und Poisson, der statt des früher angenommenen elastischen Mediums jetzt discrete Aethertheilchen voraussetzte, brachte sie mit der mathematischen Theorie in Uebereinstimmung. — Doch erklären alle bisherigen Theorien nur die Form der Bewegung des Lichtes, aber nicht deren Ursache, und von der Undulationstheorie bemerkte Berzelius, daß sie zwar die mechanischen Erscheinungen, aber durchaus nicht die chemischen Wirkungen des Lichtes begreiflich mache.

*) „Es ist etwas Eigenes“, bemerkt Dove hiezu, „wie die Natur oft auf einem bestimmten Gebiete den täuscht, welchem sie auf anderen ihre tiefsten Geheimnisse verräth.“ Darstellung der Farbenlehre und optische Studien, Berlin 1853, S. 8.

211. Obschon das Licht im Weltall vorzugsweise von den noch im Feuerproceß begriffenen Sonnen ausgeht, die man daher vorzugsweise selbstleuchtende Körper nennt, fehlt es doch auf den sogen. dunkeln nicht an Lichtentwicklung, wie z. B. die Polarlichter der Erde, das Leuchten der Venus zeigen. Durch das Licht wollen die Sonnen überall sein, durch die Schwere soll Alles in ihnen sein, durch das Licht verkünden sie ihr unendliches Außersich, ihre universelle Ausbreitung, durch die Schwere ihr Insichgehen. Die riesigen Verbrennungsprocesse auf den Sonnen setzen

den Aether um sie in weitem Umkreis in Schwingung, die in uns die Empfindung des Lichtes erregt. Erhebt man sich in die höchsten Regionen der Atmosphäre, so wird das Licht und die durch dasselbe entwickelte Wärme immer geringer und das Firmament nähert sich durch sein Schwarzblau dem dunkeln Weltraum, weil die ungemein verdünnte Luft kein Licht mehr zurückwirft.

212. Licht und Finsterniß sind aber relative Phänomene, so daß, was für uns dunkel ist, anderen Wesen noch als leuchtend erscheinen kann. Was die Ruhe im Wasser, was die Stille in der Luft für das Ohr, das ist das Dunkel für das Auge: Mangel an Wellenbewegung im Wasser, in der Luft, im Aether. Die Schwingungen der Luft wiederholen sich in der Nervenhaut des Gehörorgans, die des Aethers in der Nervenhaut des Auges und kommen uns als Schall und Licht zum Bewußtsein.

213. Gleich der Schwere pflanzt sich das Licht ins Unbegrenzte fort, wie sie im geraden Verhältniß der Masse abnimmt, so nimmt es im geraden Verhältniß der Oberfläche und im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung von der Lichtquelle ab und wird daher in einer gewissen Weite für die Wahrnehmung verschwindend klein.

214. Die erstaunliche Verschiedenheit der Licht- und Farbenerscheinungen wird allein durch Schwingungen eines elastischen Mediums bewirkt und deren Zahl bedingt die Farbe, deren Abstand die Helligkeit, deren Form, welche linear, kreisförmig oder elliptisch sein kann, die Polarisation. Wenn ein Körper zu leuchten beginnt, erscheint zuerst das rothe Licht, weil dieses die langsamsten Schwingungen macht, zuletzt blendend weißes. Das prachtvollste Licht ist das elektrische, welches durch Weißglühen von Kohlenspitzen in einem starken Strom erzeugt wird.

215. Die Schwingungen des Aethers, welche das Licht erzeugen, sind viel schneller als die der Luft, welche wir als Schall empfinden. Beim Lichte eines elektrischen Funkens sieht man vollkommen deutlich, obschon seine Dauer nur $\frac{1}{10,000,000}$ Secunde beträgt, und unterscheidet sogar Farben; es müssen also im Lichte in erstaunlich kleiner Zeit viele Billionen von Schwingungen vor sich gehen. Die schnellsten Schwingungen über das Violett des

Spectrums hinaus empfinden wir nicht mehr als Licht, sondern als Dunkel.

216. Setzt man nun nach Enke die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde = 20,686,329 geogr. Meilen — welche Angabe nach den neuesten Forschungen aber etwas zu groß ist, — so macht das Licht, welches diesen Raum in 493,2 Secunden zurücklegt, in 1 Secunde 41,935 Meilen, die Meile zu 22,843,4 Par. Fuß. Daraus ergibt sich die Zahl der Aetherschwingungen in 1 Secunde, um die Farben von B bis H empfinden zu lassen, wie folgt:

Bei B fast am rothen Ende	452 Billionen
„ C im Roth	474 „
„ D „ Orange	528 „
„ E „ Grün	591 „
„ F „ Blau	641 „
„ G „ Indigo	724 „
„ H „ Violet	785 „

(Nämlich $41,935 \times 22,843,4 \times 12 \times 39,354 = 452$ Billionen.) Die Schwingungen über das rothe Ende des Spectrums hinaus, welche andere Wesen noch als Licht empfinden mögen, werden uns wegen ihrer Langsamkeit nur noch als Wärme fühlbar.

217. Die Breite der durch die Schwingungen erzeugten Wellen nimmt von der rothen Seite des Spectrums zur blauen fortwährend zu, so daß in der Luft auf einen Pariser Zoll nach Fraunhofer gehen:

Vor der Stelle B des Spectrums	39,354
„ „ „ C „ „	41,288
„ „ „ D „ „	45,977
„ „ „ E „ „	51,414
„ „ „ F „ „	55,741
„ „ „ G „ „	63,012
„ „ „ H „ „	68,306

Kleiner als in der Luft muß die Wellenlänge in Medien werden, in welchen sich das Licht langsamer fortpflanzt, wie z. B. in Wasser und Del, größer hingegen als in der Luft im leeren Raum, doch nur im Verhältniß = 1,000,294: 1,000,000, so

daß die Zahl der Schwingungen bei H 68,286 in einem Zoll statt 68,306 wie in der Luft beträgt.

218. Zufolge unserer Organisation nehmen wir nur ein begrenztes Spectrum wahr; es gibt jedoch über das Roth hinaus stärker wärmende, über das Violett „übevioletten“, ohne besondere Veranstaltung unsichtbare Strahlen. Blendet man das hellere Licht der allbekannten Farben des Spectrums sorgfältig ab, so werden diese „übevioletten“ Strahlen sichtbar. Weil Glas nur einen Theil derselben durchgehen läßt, braucht man hiezu Prismen und Linsen von Bergkrysthall. (Helmholtz.) Die kleinsten Wellenlängen der äußersten übevioletten Strahlen sind halb so groß als die des Orange im gewöhnlichen Spectrum, und Cauchy's Gesetz der Dispersion paßt auch für die übevioletten Strahlen. (Esselbach.) — Man kann aus der Mischung des Gelb und Indigo des Spectrums reines Weiß erzeugen, während ein gelber und blauer Farbstoff bekanntlich Grün geben. Das prismatische Gelb und Indigo sind also Complementärfarben. (Helmholtz.)

219. Licht zu Licht gefügt, gibt, wie der Engländer Young 1802 zeigte, nur dann die größte Helligkeit, wenn der Gangunterschied beider zusammentreffender Strahlen ein ganzes Vielfaches einer bestimmten Länge ist. Ist hingegen derselbe ein ganzes Vielfaches der Hälfte dieser Länge, so löschen beide Strahlen einander vollkommen aus. Diese Länge, die sogen. Wellen- oder Undulationslänge ist, wie bemerkt, für die verschiedenen Farben verschieden groß.

220. Die Materien, mit welchen das Licht in Wechselwirkung tritt, verändern seine Bewegung in vielfacher Weise. Es zeigt sich in mancher Beziehung einer Flüssigkeit ähnlich, kann von seinem Wege abgelenkt, gebrochen, auch zurückgeworfen werden. Bringt man das Licht in solche Verhältnisse, daß eine Masse desselben in kleinere zerlegt und bei diesen die dem ungetheilten Lichte zukommende Bewegung auf bestimmte Art abgeändert wird — etwa wie bei einem Strome, dessen Arme verschiedene Richtung und Geschwindigkeit annehmen, — so entsteht das Spectrum, prismatisches Farbenbild, welches durch Brechung, (prismatisches

S.) oder durch Beugung der Strahlen (Inflexions- oder Gitterspectrum) erhalten werden kann.*)

*) Wer die wunderbare Brechung und Durchkreuzung der Lichtstrahlen im Regenbogen kennen lernen will, betrachte die 14. Tafel in Engel's und Schellbach's darstellender Optik, Halle 1856. So kommen die Phänomene der Natur, welche uns durch Lieblichkeit erfreuen oder durch Großartigkeit und Furchtbarkeit imponiren, durch mechanische Einrichtungen und erstaunliche Complication und Zahl der Factoren zu Stande, die doch wieder nach den einfachsten Gesetzen wirken.

221. Die sieben Hauptfarben im Sonnenspectrum: Roth, Orange, Gelb, Grün, Himmelsblau, Indigo, Violett, nehmen vom Roth zum Violett an Brechbarkeit zu, so daß die violetten Strahlen die brechbarsten sind, aber am wenigsten Wärme erzeugen. Diese Farben gehen ohne feste Grenze ineinander über. Das Zunehmen der Brechbarkeit geschieht in zahlreichen, ungleich großen, unregelmäßigen Sprüngen, deren größte sich durch feine dunkle Streifen, die sogen. Fraunhofer'schen Linien, verrathen. Fraunhofer bezeichnete die wichtigsten in der Richtung von dem rothen nach dem violetten Ende mit den Buchstaben A B C D E F G H, und theilte hierdurch das Spectrum in 7 Partieen. A und B gehören dem Roth an; A ist breit, einfach, B fein, doppelt, C an der Grenze des Orange, einfach, D im Orange doppelt, E im Grün ist eine Gruppe mehrerer sehr genäherter Streifen, F mitten im Blau ist breit, G ist eine Streifengruppe zwischen Indigo und Violett, H eine Gruppe am Ende des Violett. Zwischen Orange und Gelb ist das Spectrum am hellsten und nimmt nach beiden Enden hin an Helligkeit ab, um ohne feste Grenze zu verschwinden.

222. Diese dunkeln Linien hat zuerst Wollaston 1808 entdeckt, Fraunhofer hat 1820 ihre Zahl auf 600 und ihre Lage bestimmt, Brewster, Powell und Andere nahmen noch mehr an, Brewster (1833) 2000. Weil sie im Spectrum bestimmte Abschnitte angeben, lassen sie eben hiedurch die Brechungsverhältnisse eines Stoffes bestimmen. Alle entstehen, indem das Sonnenlicht an diesen Stellen Mangel an den entsprechenden Lichtarten hat, indem hier Strahlen von einer bestimmten Brechbarkeit fehlen. — Das Planetenlicht zeigt dieselben Linien wie das Sonnenlicht, nur schwächer.

223. Mit der Vollkommenheit der Apparate vermehrt sich die Zahl der schwarzen Linien in den Spectern. Wie starke Fernröhren manche Nebel in Sterne auflösen, so große Prismen die dunkeln Streifen in Liniengruppen. Kirchhoff wandte zur Darstellung seines wundervollen Spectrums mehrere Prismen an, wo dann durch neue Brechung die Streifen breiter und zusammengefaßt erschienen. *) Sigmund Merz, welcher mir im September 1863 in München das herrliche Schauspiel zeigte, wandte ein Prisma von 60° des brechenden Winkels an, das einen Lichtbüschel von $43''$ durchließ, und verband es mit einem kräftigen Fernrohr von etwa 50maliger Vergrößerung.

*) Kirchhoff, Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectern der chemischen Elemente. Berlin 1866.

224. Da alles Licht von der Beschaffenheit der leuchtenden Körper und von den Vorgängen bei seiner Erzeugung abhängt, so muß nothwendig das Spectrum des Lichtes von verschiedenen Lichtquellen verschieden sein. In der That zeigt dasselbe Prisma ganz andere Spectern, je nachdem die Flamme von diesem oder jenem Fixstern, von Weingeist, Schwefel oder anderen Körpern stammt.

225. Alle flüssigen und festen farbigen durchsichtigen Körper löschen, wenn Licht durch sie geht, breite Theile des Spectrums aus oder verbunkeln sie; eine rothe Glasplatte verschluckt alle Strahlen bis auf die rothen, eine blaue Flüssigkeit löscht das Gelb und einen Theil des Grün ganz aus, das Blau und einen Theil des Roth schwächt sie nur wenig.

226. Das Spectrum eines flüssigen oder festen glühenden Körpers zeigt die ganze Reihe der prismatischen Farben in unmerklichen Uebergängen und nahe gleicher Helligkeit an allen Stellen. Das Spectrum glühender Gase hingegen zeigt auf mehr oder weniger dunklem Grunde gesonderte helle farbige Linien, deren Zahl, Lage, Beschaffenheit nach der chemischen Beschaffenheit des Gases verschieden ist; ein glühendes Gas sendet also von den unendlich vielen existirenden Lichtstrahlen ausschließlich oder doch vorzugsweise nur gewisse aus.

227. Die eigenthümlichen Linien brennender irdischer Stoffe sind um so deutlicher, je heißer ihre Flamme und je geringer

deren Leuchtkraft ist. Charakteristisch für die Natriumflamme ist statt der Fraunhofer'schen Linie D ein glänzend gelber Streifen, für Kalium eine rothe Linie statt der Linie A im Roth und eine schwache blaue im Violett; für Lithion eine lebhaft glänzend rothe im Roth und eine schwache gelbe im Orange; für Calcium eine sehr lebhaft grüne und eine sehr lebhaft orangefarbene im Grün und Orange des Spectrums; für Strontium eine Reihe von Linien, namentlich eine scharfe blaue im Blau und eine breite orangegelbe im Roth; für Barhum grüne Linien im Grün, worunter zwei besonders stark.

228. Die Linien der Metalle haben die größte Helligkeit, lassen sich am leichtesten hervorrufen, auch bei Anwendung von Metallverbindungen. Von Metallgemengen, welche verbrennen, zeigt jedes die ihm eigenthümliche Färbung und man kann im Spectrum die Bestandtheile erkennen, da sich in demselben neben einander und ohne sich zu modificiren, die für die einzelnen Bestandtheile charakteristischen hellen Linien zeigen.

229. Zerlegt man statt des Sonnenlichtes das Licht einer Lampe oder Drummond's Kalklicht (das Licht des in Anallgas glühenden Kalkes) in seine Farben, so erscheint das Spectrum ganz ununterbrochen, ohne schwarze Linien; läßt man dieses Licht vor der Zerlegung im Prisma durch eine Weingeistflamme mit etwas Kochsalz gehen, so zeigt sich der gelbe Theil des Spectrums durch eine schwarze Doppellinie unterbrochen, indem das Natrium in der Kochsalzflamme vom Kalklicht eine Nuance des Gelben absorbiert hat. So bei allen Flammen mit Natrium; andere schwarze Linien erzeugen jene von Calcium, Barhum, Strontium, Kalium, Lithium &c.

230. Das Licht des glühenden Körpers eines Fixsterns erleidet beim Durchgang durch seine brennende Gashölle in dieser ähnliche Veränderungen, wie jenes Kalklicht beim Durchgang durch die Weingeist-Kochsalzflamme, weshalb man beim Spectrum unserer und anderer Sonnen auf die in ihren Photosphären vorhandenen Stoffe schließen kann. Die schwarze Doppellinie im gelben Theil unseres Sonnenspectrums deutet auf Natrium in der Sonnenatmosphäre, nicht etwa in der Erdatmosphäre, sonst müßte sie auch in den Spectern des Sirius und Castor da sein,

wo sie doch fehlt, während sie wieder in den Spectern von Pollux und Capella vorkommt. Die Photosphäre des Sirius muß nach seinen Spectrallinien Stoffe enthalten, die in der Sonnenphotosphäre fehlen.

231. Zerlegt man das Licht gewisser Flammen für sich allein, so zeigt ihr Spectrum hellleuchtende Linien genau an der Stelle, wo das Spectrum des durchgehenden Kalklichtes dunkle Linien hat, — genau mit den Farben, welche diese Flammen dem durchgehenden Kalklicht entziehen. Die glühenden Gase (Flammen) entziehen also dem durchgehenden Lichte oder absorbiren aus ihm gerade die Farben, welche sie selbst vorzüglich zeigen, und diese Farben werden von den in der Flamme glühenden Stoffen ausgestrahlt, von welchen das Absorptionsvermögen der Flamme herrührt. Zur Ermittlung der in der Sonnenatmosphäre vorhandenen Stoffe sucht man demnach jene irdischen Stoffe zu ermitteln, deren glühende Gase gerade die Farben ausstrahlen, welche im Sonnenlichte nicht da sind, und welche Stoffe im Spectrum einer Flamme dort helle Linien erkennen lassen, wo im Sonnenlichte dunkle sind. Man nennt die Spectra, wo die hellen Linien in dunkle verwandelt sind, umgekehrte; das Sonnenspectrum ist ein solches, nämlich eine Umkehrung desjenigen, welches die Photosphäre ohne den glühenden Sonnenkörper hinter ihr geben würde; die dunkeln Linien liegen genau an den Stellen, wo die hellen Linien liegen sollten, die dem Spectrum der Photosphäre angehören. So erscheint z. B. an der Stelle der gelben Natriumlinie ein tief schwarzer Streifen, im Roth und Grün des Baryumspectrums wandeln sich mehrere Linien in Schwarz um *zc.*

232. Die sogen. Umkehrung des Spectrums besteht also darin, beliebig helle oder dunkle Linien von derselben Brechbarkeit hervorzurufen. Dadurch wurde klar, daß die dunkeln Linien im Spectrum durch Absorption entstehen, und man theilt dieselben nun nach den absorbirenden Stoffen (Baryum, Eisen, Kupfer, Strontium, Natrium *zc.*) ein. Kirchhoff schloß, wenn durch ein glühendes Gas Strahlen einer hinreichend hellen Lichtquelle treten, die ein continuirliches Spectrum gibt, so muß das Spectrum des Gases umgekehrt werden — oder was das Gleiche

ist: jedes glühende Gas absorbiert Strahlen seiner eigenen Brechbarkeit. Augström hatte den Satz aufgestellt, daß für alle Körper bei gleicher Temperatur das Verhältniß zwischen Emissions- und Absorptionsvermögen das gleiche sei. Wenn demnach eine Flamme helle Linien an Stellen zeigt, wo das Sonnenspectrum dunkle hat, so darf man schließen, daß in der Sonnenatmosphäre Stoffe da sind, welche Strahlen unter einem solchen Brechungswinkel aussenden, unter welchem sie im freien Sonnenspectrum sich absorbiert zeigen. Dieser Satz wurde durch die Spectralanalyse erwiesen.

233. Im Sonnenspectrum findet man bei D die 2 Natriumlinien, 61 Eisenlinien, 29 Nickellinien, 18 Kaliumlinien, 16 Kobaltlinien, 7 von Barium, 5 von Kupfer, 4 von Chrom, 3 von Magnesium, 2 von Zink, 2 von Strontium, 1 von Gold, welche Stoffe also in der Photosphäre der Sonne zugegen sind, während Silber, Blei, Zinn, Quecksilber, Lithion, Arsen, Aluminium fehlen.

234. Auch die Erdatmosphäre wirkt sehr auf das Sonnenlicht ein; je weiter dieses durch die Luft zu gehen hat, wie z. B. bei tiefem Sonnenstand, desto zahlreicher und breiter werden die schwarzen Linien. (Dewster.) Sehr ähnliche erhält man, wenn man das Licht einer Lampe durch gasförmige Untersalpetersäure gehen läßt, welche gleich der Atmosphäre aus Stickstoff und Sauerstoff besteht.

235. Nach der Spectralanalyse (Bunsen, Kirchhoff, Plücker) besteht demnach die Sonne aus einem glühenden Kern, der weißes Licht aussendet, und der umgeben ist von einer Atmosphäre glühender Metalldämpfe und Gase, die für sich gleich einer farbigen Flamme ein Spectrum mit zahlreichen farbigen Linien erzeugen würden, welche letzteren aber, weil der weißglühende Kern dahinter ist, alle in Schwarz umgekehrt werden, Stellen, wo gewisse Farben, d. h. Licht von einer bestimmten Brechbarkeit, fehlen, indem das weiße Sonnenlicht, welches aus einer Anzahl ungleichfarbiger Strahlen besteht, in der Photosphäre der Sonne und auch in der Erdatmosphäre gewisse Strahlen durch Absorption verliert.

236. Faye schlug vor, bei der nächsten totalen Sonnenfinsterniß, wo also der Kern der Sonne verdeckt und nur die

Corona (Sonnenatmosphäre) sichtbar ist, zuzusehen, ob man im Spectrum der Corona dort helle Linien erblickt, wo jetzt die dunkeln. Im bejahenden Fall wäre die Spectralchemie über allen Zweifel erhoben, was allerdings nach den Beobachtungen bei der totalen Sonnenfinsterniß von 1868 der Fall zu sein scheint.

237. Man hat die Spectralanalyse bereits auf eine Anzahl von Fixsternen, Nebelflecken, Planeten angewandt und in letzter Zeit auch zur Analyse von Mineralkörpern, Mineralwässern und organischen Verbindungen. Man hat ferner den Bunsen-Kirchhoff'schen Spectralapparat mit dem Mikroskop verbunden, um monochromatisches Licht für dasselbe zu erhalten. „Aus dem Schwarzwerden selbst sehr kleiner gefährdeter Partikeln im einen oder andern monochromatischen Licht unter dem Mikroskop, kurz aus ihrem mikrochromatischen Verhalten läßt sich auf das Spectrum der in den Partikeln enthaltenen Substanz, folglich auf diese selbst schließen. Aus dem Schwarzwerden eines farbigen Körpers z. B. im grünen Licht, welcher in allen anderen Farben nicht schwarz wird, läßt sich mit Sicherheit auf einen Stoff schließen, dessen Absorptionsmaximum im Grün liegt.“ (Preyer.)

238. Leitet man die Entladung einer Ruhmkorff'schen Electrifirmaschine durch ein mit verdünntem Gas gefülltes Glasrohr, so entsteht elektrisches Licht, indem das durchströmende Electricum das Gas bis zum Glühen erhitzt. Die Farbe dieses Lichtes ist nach den Gasen verschieden; jedes Gas gibt ein anderes Spectrum mit hellen Farbenlinien auf dunklem Grunde; mehrere vereinigte Gase, Metalle zc. geben ein zusammengesetztes Spectrum. Man kann die von verschiedenen Metallen stammenden Flammenspectra auch durch elektrische Funken hervorbringen, welche zwischen Stücken dieser Metalle überspringen und dabei glühende Theilchen dieser mit fortreißen. Bei den elektrischen Lichterscheinungen ist das vom Material der Elektroden und das vom glühenden Gase stammende Spectrum zu unterscheiden. (Bunsen und Kirchhoff.)

239. Die Farben an der Stelle des weißen Lichtes sind Modificationen, Particularitäten desselben. Was wir Farben nennen, ist nur eine bestimmte Anzahl Schwingungen, die der Aether und nach ihm die Netzhaut des Auges in einer gegebenen Zeit vollziehen. Die Körper werfen außer den vorherrschenden

Strahlen, nach denen wir ihre Farbe bestimmen, aber auch alle anders gefärbten nebst etwas weißem Licht zurück. Weiß und Schwarz sind in physikalischem Sinne keine Farben; weiße Körper sind jene, welche das gewöhnliche weiße Licht gleichmäßig zerstreuen und zurückwerfen; schwarze die, welche das auffallende Licht ganz absorbiren mit Ausnahme etwas wenigen weißen Lichtes, welches sie reflectiren. Zwischen Weiß und Schwarz fallen die andern Farben, sämmtlich entstehend durch Modification der Bewegung des Aethers, der in längeren oder kürzeren, so oder anders gestalteten Wellen vibriert.

240. Daß die Farben wesentlich auf der Anordnung der kleinsten Theile der Oberflächen der Körper beruhen, wird durch die Erfahrung erwiesen. Manche Substanzen ändern ohne chemische Alteration bei Erhitzung, andere bei sehr großer Kälte ihre Farbe, indem hiebei die kleinsten Theilchen eine andere Form und Größe erhalten und demzufolge das Licht anders zurückwerfen und nehmen in der gewöhnlichen Temperatur die erste Farbe wieder an. Die schöne rothe Farbe eines derben Stückes Zinnober, der tief dunkelbraun ist, zeigt sich erst beim Ritzen und Reiben, und ihre Schönheit steigert sich mit der Feinheit der Vertheilung. Bei den dimorphen Körpern ändert sich mit der Krystallform auch die Farbe; Iodquecksilber, in Quadratoctaëdern krystallisirt, ist herrlich roth; sublimirt krystallisirt es in gelben rhombischen Säulen, die, wenn auch nur leise berührt, wieder roth werden. Gold aus seiner Lösung durch Eisenvitriol gefällt, erscheint als blaugrünes Pulver, das zu einem Korn geschmolzen wieder seine natürliche Farbe annimmt. Schwefel kann aus seiner Verbindung mit Wasserstoff tief indigblau gefällt werden; im Augenblick der Verbrennung, wo er am feinsten vertheilt ist, erscheint er auch blau; wahrscheinlich bewirkt der Schwefel die blaue Farbe des künstlichen Ultramarins. (Vogel.) Körper erscheinen in verschiedenen Farben, je nachdem das Licht auf sie fällt oder durch sie hindurchgeht, wie z. B. ein dünnes Goldblättchen gegen das Licht gehalten grün, die Schuppen vom Adonisfalter (*Lycaena Adonis*) im auffallenden Licht himmelblau, im durchgehenden schwefelgelb erscheinen.

241. Wenn man das lebhafteste Roth der Zündhölzchenstippen

oder des Schnittes eines Buches bei einer durch Kochsalz gelb gemachten Weingeistflamme betrachtet, so verschwindet es vollkommen; Spitzen und Schnitt sind nicht etwa orange, sondern ganz farblos. Man sieht, daß jenes Roth nicht als solches vorhanden ist, sondern erst im weißen Lichte entsteht. Es ist also ganz unpassend, die Farben der Körper als angeblich vorhandene, den Farben des Prismas als entstehenden und flüchtigen gegenüber stellen zu wollen. (Dove.)

242. Die Farben sind den Tönen vergleichbar; das mit vielem Weiß vermischte farbige Licht entspricht dem Geräusch. Zwischen Farben und Tönen, Malerei und Musik besteht Beziehung, und es gibt auch für die Farben eine Harmonie- und Compositionslehre, welche Chevreul begründet hat, und deren Anwendung in der Technik und Industrie nicht wenig dazu beiträgt, die französischen Producte geschmackvoll erscheinen zu lassen.

243. Jene besondere Molecularbeschaffenheit, welche die Körper in diesen oder jenen Farben erscheinen läßt, kann ohne oder mit dem Einfluß des Lichtes zu Stande kommen. Die im Dunkeln lebenden Käfer- und Schmetterlingslarven, die im düstern Schatten wachsenden Pflanzen sind allerdings blaß und mehr einfarbig; die untere vom Lichte abgewandte Klappe gewisser Muscheln (*Pecten*, *Spondylus*) ist blaß, während die obere lebhaft gefärbt und gezeichnet ist, — in manchen Fällen sind aber auch im Dunkeln lebende Thiere intensiv gefärbt, und der Tiger wird bereits mit schwarzen Bauchstreifen geboren.

244. Insofern die Körper mit dem Lichte diese oder jene Wechselwirkung eingehen, in dieser oder jener Farbe, dunkel oder durchsichtig, matt oder glänzend erscheinen, offenbaren sie uns die äußere Seite ihrer Natur, wie im Klang die innere. Und daß diese Offenbarungen sich bis auf einen gewissen Grad gegenseitig ausschließen, zeigt die Beobachtung, daß die Vögel mit glänzendem Gefieder selten schönen Gesang haben und die Blumen mit den lebhaftesten Farben häufig geruchlos sind.

245. Farben entstehen auch beim Irisiren und der Interferenz, wenn Lichtströme auf Lichtströme wirken und ihre Bewegung gegenseitig ändern; hemmen sie sich ganz, so kann die Stelle der Hemmung dunkel erscheinen. Bei der Inflexion

werden Lichtströme durch scharfe Kanten oder schmale Wände oder dünne Membranen gespalten und in ihrer Bewegung alterirt, was wieder durch Farben und farbiges Schillern sich kund gibt. Auch beim Eintritt in ein anderes Medium spaltet sich der Lichtstrom, wobei ein Theil zurückgeworfen, reflectirt wird, während der andere in das neue Medium eintritt. — Fizeau glaubte dargethan zu haben, daß die Geschwindigkeit des Lichtes beim Eintritt in ein bewegtes Medium sich ändert und größer wird, wenn das Medium dem Lichtstrahl sich entgegen bewegt. Du Faye kam aber bei der Kritik von Fizeau's Experimenten zum Schlusse, daß diese mit einem Fehler behaftet seien, oder die Bewegung des Sonnensystems nach dem Sternbilde des Hercules nicht existire.

246. Die Durchsichtigkeit mancher Körper mag darin beruhen, daß die von Aether erfüllten Räume miteinander und mit dem äußern Raume in Verbindung stehen, so daß die Schwingungen vom einen zum andern sich fortpflanzen und über diese Körper hinaus sich fortsetzen können.

247. Fluorescenz ist die Eigenschaft mancher Körper, Farben zu zeigen, die im auffallenden Lichte nicht enthalten sind, also gewissermaßen eine Fähigkeit, die Farbe des auffallenden Lichtes zu verwandeln. So verhalten sich manche Varietäten des Flußspathes (Fluorkalks, woher der Name Fluorescenz), mit Uran grün gefärbtes Glas, eine Lösung von schwefelsaurem Chinin, weingeistiger Extract von Stechapfelsamen, ätherischer oder alkoholischer Auszug von Chlorophyll. Alle diese festen oder flüssigen Körper zeigen einen eigenthümlichen Schiller auf der Oberfläche.

248. Die Phosphorescenz ist eine Art Fluorescenz, die noch einige Zeit anhält, nachdem die Bestrahlung aufgehört hat. Fluorescenz wie Phosphorescenz werden vorzüglich durch die stärker brechbaren blauen, violetten und — für sich unsichtbaren — übevioletten Strahlen, also durch die vorzugsweise chemisch wirkenden hervorgebracht. — Die künstlichen „Leuchtsteine“: Schwefelcalcium, Schwefelbarium, Schwefelstrontium, phosphoresciren nach der Insolation viel stärker als die natürlichen: Diamant, Flußspath. Räßt man auf die Leuchtsteine rothes, blaues, grünes

Licht statt des weißen Sonnenlichtes fallen, so zeigt das Licht, welches sie nachher im Dunkeln ausstrahlen, eine andere Farbe als das, was sie insulirt hatte, so daß manche z. B. von blauem Licht beschienene, nachher im Finstern grünes, gelbes, rothes ausstrahlen.

249. Während beim gewöhnlichen Lichtstrahl die Aetherschwingungen in allen möglichen auf seine Richtung rechtwinkligen Linien geschehen, erfolgen sie bei einem polarisirten Strahle nur in einer Ebene. Diese Besonderheit erhalten Lichtstrahlen, wenn sie z. B. von polirten Flächen (nicht Metall, aber Glas, Holz, Marmorflächen u.) unter einem Winkel von 30—40°, am besten 35½° reflectirt werden, wo man dann, wenn man auf die Fläche durch eine Turmalinplatte sieht, dieselbe bald hell, bald dunkel erblickt, je nachdem man die Platte dreht. Gewisse Körper haben die Eigenschaft, die polarisirten Strahlen wieder zu depolarisiren und erscheinen dabei farbig, weil ihre depolarisirende Kraft nicht bei allen farbigen Strahlen in gleichem Maße wirkt. Diese Fähigkeit zu depolarisiren, welche nicht nur Krystallen, sondern auch manchen pflanzlichen und thierischen Körpern zukommt, hängt mit ihrer Molecularstructur zusammen, und man kann deshalb mittelst geeigneter Polarisationsapparate oft die Differenz scheinbar homogener Substanzen erkennen. — Bei der kreisförmigen Polarisation der Lichtstrahlen beschreiben die Aethermoleküle mit außerordentlicher Schnelligkeit kleine Kreise, bei einem bestimmten gelben Strahle z. B. 526 Billionen Kreise in einer Secunde. Die Kleinheit dieser Kreise macht indeß dieselben ganz unmeßbar, weshalb auch die Geschwindigkeit der im Kreise bewegten Theilchen unbekannt ist.

250. Das Licht erregt mächtig den chemischen Proceß; seine allgemeinste Wirkung ist die Ausscheidung des Sauerstoffs aus vielen organischen Körpern. Hiedurch wird aus Chlornasser Sauerstoff frei, Chlor und Wasserstoffgas vereinigen sich unter Verpuffung, Chlor Silber wird schwarz, Salpetersäure gelb, Gold schlägt sich aus manchen Lösungen nieder. Die chemische Wirkung ist am stärksten in den violetten und blauen Strahlen, welche auch magnetische Kraft haben sollen, die wärmende in den rothen, die leuchtende in den gelben. Es gibt jedoch besondere Fälle, wo

gerade die rothen und gelben Strahlen chemisch wirken. Nur im Lichte absorbiren die Pflanzen Kohlensäure und athmen Sauerstoff aus; bei schwachem Lichte vegetiren sie kümmerlich. Die sogen. chemischen Strahlen oder die der blauen Seite des Spectrums verschwinden in den grünen Pflanzentheilen gänzlich, weshalb z. B. die Blätter auf den Daguerreotypen gleichmäßig schwarz erscheinen, weil das von ihnen kommende Licht wegen des Mangels der chemischen Strahlen nicht mehr auf die Zinksilberplatte wirkt.

251. Im Jahre 1868 schickte Ericson der Universität Lund einen Bericht ein, des Inhalts, es sei ihm gelungen, die strahlende Sonnenwärme enorm großer Flächen zu concentriren und die dadurch erhitzte atmosphärische Luft zur Bewegung von Maschinen zu benutzen. Mit der Sonnenwärme auf den Dächern der Häuser von Philadelphia könnte man 5000 Dampfmaschinen, jede von 20 Pferdekraft, in Bewegung setzen. Die Grundflächen, welche sonst Nutzen bringen, werden dabei nicht in Anspruch genommen. Ericson behauptet, die Concentrirung der von der Sonne ausgestrahlten Wärme erzeuge eine Kraft, hinreichend, um die Erde in ihrer Bewegung aufzuhalten, und seine Sonnenmaschine werde man zu den größten Wohlthaten der Menschheit zählen!

252. Das Licht schon für sich allein ist ein mächtiges Agens in der unorganischen und noch mehr in der organischen Welt, mit der Wärme verbunden das mächtigste von allen. Leben und Freude sind nur im Lichte möglich; das Leben ist Licht, der Tod finster. Was für die geistige Welt das Bewußtsein, das ist für die sinnliche das Licht. Wie wir für uns selbst existiren, weil wir Bewußtsein haben, so existirt die Welt nur für uns, weil sie beleuchtet ist. Für andere Wesen wirkt das Licht in anderer Weise, den Thieren offenbart es nur einen beschränkten Theil der Welt, die Pflanzen befähigt es zur Scheidung des Kohlenstoffs vom Sauerstoff.

W ä r m e.

253. Wo Licht, da ist auch Wärme, obschon bald das eine, bald die andere für unsere Wahrnehmung verschwindend klein. Werden die Aetherwellen von einem Medium gefangen und in ihrer Bewegung verlangsamt, so verschwindet das Licht, und es

entsteht fühlbare Wärme, die sich um so mehr steigert, je mehr Licht ein Körper aufnimmt. Man hat im Mondlicht und in den phosphorescirenden Körpern, wo sie früher bezweifelt wurde, Wärme nachgewiesen (Melloni), und die sogen. „dunkeln Wärmestrahlen“ sind nur für uns dunkel, weil sie die flüssigen Medien des Auges nicht durchbringen, die Netzhaut daher nicht afficiren können.

254. Gleich der Schwere durchbringt die Wärme alle Körper in ihrer Tiefe. Wie aber die Schwere das Verschlussensein, das Beieinander bewirkt, das Licht die Dinge in ihrer Sonderung zeigt, so führt die Wärme in höchster Steigerung, wo sie in Feuer überschlägt, alles Gesonderte, Concrete, Erstarrte wieder in die Formlosigkeit zurück, löst die specifische Isolirung, verschmilzt das Getrennte zur Einheit.

255. Das Licht haftet gleich dem Auge nur an der Oberfläche, die Wärme durchbringt, wie das Gefühl, die innerste Substanz. Das Uebergehen der Wärme aus einem Körper in einen andern ist ein sympathetisches Erregen der Moleküle in ihm zu gleichen Schwingungen. Weil ihr Ausdehnung wesentlich ist, wird sie da am fühlbarsten werden können, wo viel auszudehnen ist, also in den dichten Körpern.

256. Man hat durch Versuche gefunden, daß im Spectrum der glühenden, also leuchtenden Körper die Brechbarkeit der Wärmestrahlen wie der Lichtstrahlen mit der Temperatur zunimmt und die Intensitäten der ausgestrahlten Wärme und des Lichtes mit steigender Temperatur etwa in gleicher Weise wachsen. Auch in den Polarisationerscheinungen verhalten sich Wärme- und Lichtstrahlen gleich. (Draper, de la Prevostaye, Desains.) Derselbe Körper verhält sich ferner gegen Wärme und Licht ganz gleich, so daß, wenn beim Durchgehen durch denselben Lichtstrahlen von einer gewissen Brechbarkeit absorbiert werden, zugleich auch jene Wärmestrahlen verschwinden, welche denselben Brechungscoëfficienten haben wie jene Lichtstrahlen. Aber nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ verhalten sich die Körper gegen Wärme und Licht gleich, so daß auch derselbe Antheil von Wärme- und Lichtstrahlen einer bestimmten Brechbarkeit absorbiert oder durchgelassen wird. Endlich ist auch die Wellenlänge der Licht-

und zugehörigen Wärmestrahlen gleicher Brechbarkeit ganz gleich. Rücksichtlich der Polarisation stimmen Wärme und Licht von derselben Brechbarkeit quantitativ vollständig überein. (Masson und Famin.)

257. Zuerst suchten die Physiker nur die Identität von Licht und strahlender Wärme zu erweisen, aber vielleicht besteht kein wesentlicher Unterschied in der Bewegung der strahlenden und geleiteten Wärme, sondern beide beruhen auf Abiasschwingungen des Aethers, d. h. solchen Schwingungen, welche Ausdehnung der die materiellen Atome umgebenden Aetherhüllen veranlassen, wodurch deren Repulsivkraft gesteigert und die Körper ausgedehnt werden. (Redtenbacher.) Nach Anderen ist strahlende Wärme Bewegung der Aetheratome, geleitete Wärme Bewegung der materiellen Atome; erstere ruft oft letztere hervor. Die geleitete Wärme ist nie ohne strahlende; bei der geleiteten findet Ausgleichung der Temperatur zweier Körper statt.

258. Bei der Strahlung würden demnach nur Schwingungen des Aethers fortgepflanzt, die noch keine Wärme sind, aber an einem Körper Wärme hervorbringen können; bei der Leitung wird die in einem Körper gesammelte Wärme fortgepflanzt, die in lebendiger Kraft schwingender materieller und Aetheratome besteht. Bei der Strahlung können die Schwingungen der Wärmequelle ganz aufhören; bei der Leitung bleibt die Stelle, von welcher die Leitung ausgeht, immer wärmer als die anderen. — Die strahlende Wärme geht durch durchsichtige Körper hindurch, ohne sie zu erwärmen, so die Sonnenstrahlen durch die Luft, welche also erst von der Erde aus durch geleitete Wärme erwärmt wird, oder die Wärmestrahlen eines Kaminfeuers, welche Wärme erst am Körper erzeugen, wenn wir diesen nähern, während sie die Luft um das Kamin kalt lassen.

259. Reibung und Stoß, Compression der Luft (wie z. B. im pneumatischen Feuerzeug, wo die Hitze durch Zusammendrückung der Luft auf $\frac{1}{5}$ ihres Volumens erzeugt wird), chemische und elektrische Prozesse vermögen Wärme zu erzeugen. Der chemische Proceß bei der Verbindung der organischen, namentlich der thierischen Säfte mit dem Sauerstoff erregt Wärme, und zwar nicht bloß in den Lungen, sondern in allen Theilen. Athmung im

weitesten Sinne steht mit der Wärmeerzeugung in directem Verhältniß; je stärker die Athmung und Wärmeerzeugung, desto reichlicher muß Nahrung beigebracht werden, welche Brennstoffe enthält. Säugethiere und Vögel, bei welchen letzteren die Blutwärme bis 44° C. beträgt, bedürfen verhältnißmäßig mehr Nahrung als Amphibien oder Mollusken.

260. Die Zunahme des Wärmegrades eines Körpers besteht in einer Zunahme der Schwingungsweite seiner Körper- und Aetheratome und der damit verbundenen Abnahme der Schwingungsdauer derselben. Zwei Körper haben gleiche Wärmegrade, wenn die Schwingungsdauer der Atome in beiden gleich ist. Bei höherer Entwicklung von Licht und Wärme, wo die gasigen Stoffe sich mit dem Sauerstoff energisch verbinden, verbrennen, stellen sie sich als Feuer und Flamme dar.

261. Jedem Körper ist nach seiner Molecularbeschaffenheit ein gewisser thermischer Schwingungszustand eigen, und jeder ist fähig, auch bei Ruhe der Wärmeschwingungen in ihm, durch eine Wärmequelle so zu verschiedenen Wärmeschwingungen erregt zu werden, wie ein tönender Körper nach seinen Spannungsverhältnissen zu verschiedenen Tönen. — Die ungemein mannigfachen Verhältnisse der Körper zur Wärme weist die Physik nach. Dünnere Körper sind warm im Vergleich gegen dickere; Luft von $10-12^{\circ}$ C. ist noch ganz erträglich, Wasser schon weniger, Quecksilber schon sehr kühl. Die Wärmecapacität schwankt zwischen den bedeutendsten Extremen. Die leichteren Körper enthalten mehr gebundene Wärme, und ihre Temperatur wird bei gleicher Quantität Wärme, die sie aufnehmen, schwerer erhöht, als die bei dichteren Körpern der Fall ist. Kreosot siedet schon bei 203° C., Schwefel bei 293° , fette Oele bei $310-320^{\circ}$, Quecksilber bei 350° C. Während das Wasser in der meeresgleichen Ebene bei 100° C. kocht, geschieht dieses im St.-Bernhardshospital schon bei 92° , auf dem Montblanc bei $83\frac{1}{2}^{\circ}$ C. Zinn schmilzt angeblich schon bei 228° , Blei bei 322° , Silber bei 1000° , Gold bei 1102° , Gußeisen bei 1530° , reines Eisen und Platin erst bei 12500° C., doch sind diese Angaben unsicher. Dichte und feste Körper leiten die Wärme am besten, tropfbar und elastisch flüssige Körper, also auch die Luft, sind sehr schlechte Wärmeleiter.

262. Man nennt die Wärme latent oder gebunden, welche den flüssigen Cohäsionszustand von Körpern erhält oder starre Körper flüssig macht. Läßt man in 1 Pfd. Wasser von 79° C. 1 Pfd. Schnee von 0° schmelzen, so zeigen die erhaltenen 2 Pfd. Wasser 0° C.; die ganze Wärme des Wassers ist verschwunden, afficirt weder das Thermometer noch das Gefühl, weil sie die Function übernommen hat, den geschmolzenen Schnee flüssig zu erhalten. Man drückt dieses auch so aus, daß 79 Calorien oder Wärmeeinheiten nöthig seien, um 1 Gramm Schnee zu schmelzen, 80 für Schwefel, 97 für Wachs, 278 für Zinn zc. Eine Calorie ist ein Wärmequantum, welches nöthig ist, um die Temperatur von 1 Gramm Wasser um 1° C. zu steigern. Dieses Verhältniß fällt mit dem Begriff der specifischen Wärme und Wärmecapacität der Körper zusammen. Sie wird bestimmt durch die Zahl der Calorien, welche erfordert werden, die Temperatur von 1 Gramm irgend einer Substanz um 1° C. zu steigern.

263. Gewisse feste, flüssige und gasige Körper, welche man diathermane nennt, lassen die Wärmestrahlen ganz so durch sich gehen, wie durchsichtige Körper die Lichtstrahlen; die athermanen hingegen halten die Wärme auf, wie undurchsichtige Körper die Lichtstrahlen. (Melloni.) Diatherman sind die Luft, Steinsalz, Quarz, Rauchtopas, Glas, selbst schwarzes, und schwarzer Glimmer. Es gibt verschiedene Wärmestrahlen; solche, die z. B. durch eine Glasplatte gegangen sind, werden ganz von einer Alaunplatte verschluckt, auf welche man sie fallen läßt, ähnlich wie Lichtstrahlen, die durch ein grünes Glas gegangen sind, dann von einem rothen verschluckt werden. Die Glasplatte, der Alaunkrystall lassen also nur die ihnen entsprechenden Wärmestrahlen durch sich gehen, wie eine blaue Glasplatte nur blaue, eine rothe nur rothe Lichtstrahlen durchläßt. Bei den Wärmestrahlen hat man auch, wie bei den Lichtstrahlen, Brechbarkeit und Polarisation beobachtet.

264. Die blauen und violetten Strahlen, welche die schnellsten Schwingungen haben, äußern die kräftigste chemische Wirkung, namentlich das Indigo, geben aber die geringste Wärme; die rothen und gelben Strahlen entwickeln die meiste Wärme, haben aber fast keine chemische Wirkung. So wie es unsichtbare

Lichtstrahlen über das Violett hinaus gibt, welche noch schneller schwingen, noch brechbarer sind, so gibt es über das Roth des Spectrums hinaus noch langsamer schwingende, aber noch stärker wärmende Strahlen, welche wegen ihrer Wellenlänge nicht mehr sichtbar sind; dergleichen sind z. B. die Wärmestrahlen eines geheizten eisernen Ofens. Die Wellenlänge der violetten Strahlen berechnet man zu 0,0004 MM., die der unsichtbaren chemischen 0,0003 MM., die der äußersten rothen 0,0007; die der äußersten dunkeln Wärmestrahlen soll sogar 0,0018 MM. betragen. Von den Strahlen des Sonnenspectrums ist nur die kleinere Hälfte sichtbar.

265. Auf die Erscheinung, daß Wassertropfen auf glühenden Flächen, z. B. Eisenplatten, nicht verdunsten, sondern sich kugelförmig gestalten und eigenthümliche Bewegungen machen (Leidenfrost'scher Versuch), hat der Franzose Boutigny eine überschwängliche Theorie gegründet. Nach ihm geht das Wasser schon bei $+ 200^{\circ}$ in den „sphäroidischen“ Zustand über; die Körper in diesem Zustande haben ein fast absolutes Reflexionsvermögen für die Wärme. Alle Körper können in ihn übergehen und werden in demselben nicht durch ihren eigenen Dampf, sondern durch die Repulsionskraft, welche die Wärme in ihnen erzeugt, von chemischer Wirkung abgehalten. Die Temperatur der Körper im sphärischen Zustande ist unveränderlich (immer etwas geringer als jene, bei der sie sieden, beim Wasser $+ 96,5^{\circ}$), unabhängig vom umgebenden Medium, während die Körper im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand in ihrer Temperatur unendlich wechseln. Der sphärische Zustand ist die vierte Cohäsionsform der Materie und ist in vibrirender Bewegung begründet. „Die Volumina der Körper im sphärischen Zustande stehen im umgekehrten Verhältniß zu ihren Gewichten, und ihre Massen sind einander gleich. Hieraus folgt, daß die Körper im sphärischen Zustande dem Attractionsgezet folgen und Satelliten der Erde bilden,“ und daß die Planeten auch die Eigenschaften der sphärischen Körper haben, auf welche dann der Verf. eine Theorie der Planetenbildung, der Gebirgserhebung u. gründet. — Das Leidenfrost'sche Phänomen ist wohl nur auf Molecularwirkung zwischen flüssigen und festen Körpern zurückzuführen.

266. Wärme, ein Bewegungssphänomen, überträgt Bewegung oder lebendige Kraft auf die Körper; ihre Quantität steht in genauem Verhältniß zu dem Proceß, durch welchen sie zu Stande kam, mag dieser in Reibung oder Druck, in Compression von Gasen oder in einem elektrischen Strom bestehen. All' diese und andere Arbeit erzeugt Wärme in directem Verhältniß der Leistung. (Foule.) Das in den vierziger Jahren von Mayer entdeckte Princip von der Erhaltung der Kraft hat das Wesen der Wärme erkennen lassen und die Vorstellung ihrer Materialität verbannt.

267. Die Wärme bestimmt hauptsächlich den Zustand und die Erscheinungsform eines Körpers; von ihr hängt ab, ob das Wasser als Eis oder Dampf, ob die Kohle als der härteste aller Körper, als leuchtender Diamant, oder als Gas sich darstellen soll. Bei außerordentlicher Erkaltung müßte die Erde unter bedeutender Verminderung ihres Volumens zu einem todtten Klumpen von großer Dichtigkeit werden, um den selbst die Luft als erstarrte Kruste läge, bei außerordentlicher Erhitzung zu einer weit ausgedehnten Gasugel.

268. Die Hauptwärmequelle für unser Planetensystem ist die Sonne, die Mutter alles Lebens in der unorganischen und organischen Natur. Die durch ihr Licht erregte Wärme verhindert, daß die irdischen Stoffe in der Gleichgewichtslage, nach welcher sie streben, erstarren. Sie wirkt der Anziehung und Cohäsion entgegen, macht das Starre flüssig und befreit, indem sie schon geschlossene chemische Verbindungen löst, die gebundenen Kräfte, neue Combinationen und Verbindungen hiemit anbahnend. Indem die Lichtschwingungen mehr oder minder tief in das Innere der Pflanzen bringen und Wärme frei wird, werden auf noch unerklärte Weise die grünen Pflanzentheile befähigt, die Kohlensäure der Atmosphäre zu zerlegen, den Sauerstoff auszuscheiden und den Kohlenstoff zurückzuhalten, der mit den stickstoffhaltigen Verbindungen die Nahrungs- und Brennstoffe darstellt, ohne welche kein thierisches Leben möglich wäre.

Der Schall.

269. Wie das Licht durch Schwingung der Aetheratome, so wird der Schall durch Schwingung der materiellen Atome erzeugt. Die Schallwellen bestehen in abwechselnder Verdichtung und Verdünnung der Luft oder anderer elastischer Medien, die, seien sie fest oder flüssig, den Schall zu leiten vermögen, was in dem bloß von Aether erfüllten Raum nicht möglich ist. Daher ist der Schall nicht kosmisch wie das Licht, sondern an die Weltkörper gebunden, reicht auf der Erde nicht über die Atmosphäre hinaus und ist schon auf hohen Bergen sehr schwach.

270. Die Schallschwingungen sind stehende, z. B. die einer gespannten Saite oder des mit einem Ende eingeklemmten Stahlstreifens, oder fortschreitende, Wellenbewegungen, wo die Schwingung von Theilen zu Theilchen fortgeht. Je langsamer die Schwingungen geschehen, desto tiefer, je schneller, desto höher ist der erzeugte Ton. Die Dichtigkeit der Tonwellen gibt die Stärke, ihre Länge die Höhe des Tones; höhere Töne haben kürzere Wellen. Beim tiefsten C der Orgel liegen die dichtesten Stellen 64 Fuß auseinander, beim höchsten Ton einer Sängerin nur wenige Zoll. Der tiefste Ton, dessen Höhe sich noch bestimmen läßt, entsteht nach Savart's Versuchen, die Desprez und Marloges wiederholten, durch 16 Ein- und Ausbiegungen des Trommelfells oder 32 Schwingungen in der Secunde, der höchste noch wahrnehmbare durch 73,000 Schwingungen; nur bis zu 65,536 Schwingungen oder 32,768 Tonwellen in der Secunde kann man aber noch Tonintervalle angeben.

271. Damit reine entschiedene Töne entstehen, müssen die Theilchen eines Körpers eine bestimmte Anordnung, seine Massen reine Verhältnisse haben, im Gegenfall entstehen nur Geräusche und unreine Töne. Schon bei den Saiten gibt es aber gewisse Punkte, welche in Ruhe bleiben, während die übrigen schwingen (sogen. Knotenpunkte); bei tönenden Scheiben, bei Glocken sind diese Punkte zahlreich, symmetrisch und zierlich geordnet und stellen so die Klangfiguren dar, in welchen sich z. B. Sand, den man auf eine gestrichene Scheibe gestreut hat, anhäuft. Weil aber die Ruhepunkte keine fest bestimmten sind, sondern nach der

Unterstützungsstelle und der Stärke der Reibung oder des Schlages, welche der tönende Körper erfährt, wechseln, so sind auch die Klangfiguren desselben Körpers veränderlich.

272. Von den schwingenden Stellen aus setzt der tönende Körper die Luft in Schwingungen. Streicht der Wind über ein Getreidefeld, so zeigt dieses Auflöckerung und Verdichtung in regelmäßiger Folge, die mit der Geschwindigkeit des Windes über das Feld fortschreiten. Eben so verhält sich die Luft, wenn ein Schall sich durch dieselbe fortpflanzt. Die Tonwellen müssen kugelförmig sein, da die Verbreitung des Schalles nach allen Richtungen hin gleich schnell geschieht. Im tönenden Körper schwingen alle Theile gleichzeitig, in der Luft geräth ein Theil nach dem andern in Bewegung. Was bei den Wasserwellen Berge und Thäler, sind bei den Schallwellen der Luft Verdichtungen und Verdünnungen. Die Klangfarbe entsteht durch die Verschiedenheit der Tonwellenform; je abgerissener und eckiger diese, desto greller ist der Ton.

273. Im bewegten Meere liegen zahlreiche Wellensysteme übereinander, bei einem Concert durchkreuzen sich in der Luft nach allen Seiten die Systeme der Tonwellen von verschiedenster Länge. Alle Systeme breiten sich kugelförmig aus, ziehen durcheinander hin, werden von den Wänden des Saales zurückgeworfen, bewegen sich wieder gegen sie, bis sie unter neuen und stärkeren verschwinden. Das Ohr unterscheidet nicht nur die verschiedenen Systeme, sondern zerlegt jedes in seine einzelnen Töne. Würden die Tonwellen, indem sie aufeinander treffen, sich nicht gegenseitig aufheben, so müßte ein Ton sich durch den ganzen unendlichen Raum fortpflanzen und ewig währen. Könnten wir das ganze System der Schallschwingungen sehen, welche von einem tönenden Körper ausgehen, so würde es sich uns in allen drei Dimensionen des Raumes zeigen und, ähnlich wie die Wellenringe eines in das Wasser geworfenen Steines, sich immer weiter und schwächer ausbreiten.

274. Saiten tönen mit, wenn ihr Ton angegeben wird, indem die schwingenden Lufttheilchen sie und den Resonanzboden in Mitschwingung setzen. Ertönt ein Orchester in der Nähe eines Pianos, so schwingen dessen Saiten mit, sobald ihre Töne er-

klingen, das Piano zerlegt also die Tonsysteme und Töne des Orchesters, ähnlich wie unser Ohr, welches dieß vermuthlich durch das complicirte Corti'sche Organ in der Schnecke und die haarförmigen Nervenenden im Vorhof vermag: analysirende Organe, welche in Schwingung gerathen, wenn die Töne erklingen, auf welche sie abgestimmt sind.

275. Jede Wellenform kann aus einer Anzahl einfacher Wellen von verschiedener Länge zusammengesetzt sein. (Fourier.) Die längste derselben ist so lang wie die gegebene Wellenform, die anderen nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. so lang. Durch das verschiedene Zusammentreffen der Berge und Thäler dieser einfachen Wellen (die reinsten gibt die Stimmgabel) erzeugen sich unzählige Formen. — Die abwechselnde Stärkung und Schwächung der Töne (die sogen. Schwebung) beruht auf dem Zusammenfallen und wieder Auseinandertreten der Wellenberge zweier Töne.

276. Weil mit einem gegebenen Ton als Grundton nur gewisse andere Tonstufen zusammenklingen können, wenn nicht der Ton ungleich und rauh werden soll, so kann die neuere, wesentlich auf die Harmonie zusammenklingender Töne gegründete Musik in ihrer Scala nur gewisse Tonstufen brauchen, obwohl auch die ältere einstimmige Musik wegen der in allen musikalischen Klängen enthaltenen Obertöne ein Fortschreiten in gewissen Intervallen vorziehen mußte.

277. In der Harmonie ist ein gleichmäßiger Abfluß der Töne und jedes einzelnen Tones, in der Disharmonie Widerspruch der Töne und Auflösung in einzelne Stöße. In der Harmonie ist nur das Naturschöne, der sinnliche Wohlklang gegeben, in der Melodie und der Verschlingung der Melodieen sprechen sich Geist und Gemüth des Künstlers aus. *)

*) Helmholtz, Pop.-wissenschaftl. Vorträge, 1. Heft, Braunschw. 1865. „Ueber die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie.“

278. Das Tönen der Telegraphendrähte beim Winde kommt zu Stande, indem der unter einem Winkel sie treffende Wind transversale Schwingungen in ihnen erregt. Der Ton wird durch Resonanz der Stangen verstärkt; legt man das Ohr an diese, so staunt man über das Molecularleben in ihnen. Hier hört man dasselbe, bei den erwärmten Körpern fühlt man

es, bei den leuchtenden sehen wir es. Setzt man, die Drähte wie Saiten behandelnd, Dämpfer auf sie, so hören die Schwingungen auf. (Lifting.)

279. Wie am Kreuzungspuncte zweier Lichtstrahlen nicht verstärktes Licht, sondern Dunkelheit entsteht, indem deren Schwingungen sich gegenseitig aufheben, so kann Stille eintreten, wenn zwei Töne zusammenfallen; die Interferenz kommt dem Schalle wie dem Lichte zu. Aber nicht nur die Schwingungen zweier Töne in der Luft können sich aufheben, sondern auch die Schwingungen desselben Körpers, wenn von zwei sich schneidenden Schallstrahlen der eine Verdichtung, der andere etwas weiter herkommende Verdünnung der Luft bewirkt, wie man deutlich wahrnimmt, wenn man eine an das Ohr senkrecht gehaltene Stimmgabel um ihre Axe bewegt, wo der Ton über jeder der vier Kanten verschwindet. Die Resonanz besteht in dem gleichzeitigen Mitschwingen flächenhafter Körper bei tönenden Saiten u.

280. Elasticität ist Hauptbedingung für die Fähigkeit zu tönen, weshalb die elastischen und dichten Körper am besten tönen. Auch die Fortpflanzung des Schalls erfolgt durch dichtere Körper besser als durch dünne. Die besondere moleculare Beschaffenheit der Körper, ihre Substanz, Größe und Gestalt bedingt jene spezifische Artung des Tones, welche man Klang (timbre) nennt.

281. Je wärmer die Luft, desto geschwinde die Fortpflanzung des Schalles; bei der Mitteltemperatur von Berlin ist sie 1024 Fuß in der Secunde, die Wellenlänge des tiefsten Tones daher 32 Fuß, die des höchsten noch wahrnehmbaren 2 Linien, die des höchsten noch musikalisch bestimmbar 2 $\frac{1}{4}$ Linien. Hohe und tiefe, starke und schwache, so oder anders klingende Töne pflanzen sich in der Luft mit gleicher Geschwindigkeit fort. Im Wasser ist diese 4 $\frac{1}{2}$ mal größer, im Eisen 16 $\frac{2}{3}$ mal so schnell als in der Luft. — Die Luft kann auch selbst tönen, z. B. in Pfeifen.

282. Schwerlich lassen sich mit den wirklichen Vorgängen manche der folgenden Angaben vereinen. Nach Savart sollen sich die Längsschwingungen tönender Röhren und nach Fermont die Tonschwingungen in der Luft in Spiralen fortpflanzen, wie

der Rauch in der Luft, so daß Spiralbewegung bei der Tonbildung wesentlich wäre. Schweigger erinnert hiebei, daß beim Elektromagnetismus ebenfalls Spiralbewegung vorkomme. Die Schallschwingungen von Metallstangen oder Saiten würden verstärkt, wenn sie erwärmt werden, so daß Wärme, Elektromagnetismus und Schall in Beziehung zueinander stünden. Beim Bergkrystall gebe es nach Weiß krystallinische Umbildungen mit Drehung nach rechts oder links, welche mit dem Magnetismus zusammenhängen, und nach Page gebe ein innerhalb einer Spirale eingeklemmter Stahlstift in den Momenten einen Ton, wo ein elektrischer Strom in die Spirale eintritt und wo er aufhört.

283. Im Schall tritt uns das innere Wesen, das Seelenhafte der Dinge entgegen. Aus der starren, scheinbar alles Lebens beraubten Substanz, aus Glas, Metall und Holz kommen wunderbar ergreifende Töne. Im Organismus entwickeln sich entsprechende Apparate, welche die Schallschwingungen bis zur Seele fortpflanzen, und zugleich andere, welche selbst Schall erzeugen und dadurch Mittheilungen innerer Zustände möglich machen. Auf der höchsten Stufe, über der Natur, wird ein eigenes Reich der Töne erzeugt, in welchem sich die innigste und seelenvollste aller Künste bewegt.

284. In einem musikalischen Kunstwerk ist der Naturgrund, das Tongesetz, gegeben und nothwendig; durch die gesetzmäßigen Verhältnisse der Töne ist ihre Reinheit und Schönheit bedingt. Ruht die Harmonie auf dem Naturgrund, so gibt sich hingegen in der Melodie und in der harmonischen Verschlingung der Stimmen die freie menschliche Schöpferkraft kund.

Elektricität.

285. Hat man die Annahme eines eigenen Wärmestoffes fallen lassen, so halten doch Viele für Elektricität und Magnetismus an eigenthümlichen Fluiden fest. Nach der dualistischen von Symer begründeten Hypothese sollten zwei entgegengesetzte elektrische Fluida existiren, deren Theilchen sich untereinander gleich stark anziehen, die anderen gleich stark abstoßen. Besitzt

ein Körper von jedem dieser Fluida gleich viel, so ist er in seinem natürlichen Zustande: \pm , überwiegt das eine oder andere, so ist er $+$ oder $-$ elektrisch; die Glaselektricität ist die positive, die Harzelektricität die negative.

286. In neuerer Zeit versuchen Viele, die elektrischen Erscheinungen aus einem einzigen Fluidum zu erklären, das jedenfalls sehr beweglich ist und wie man sich vorstellt, um die materiellen Moleküle, in Verein mit welchen es die elektrischen Erscheinungen hervorbringt, sphärische Hüllen bildet; Electricum und Moleküle ziehen einander an. Nach der Verschiedenheit der Körper kann die Elektricität in ihnen sich mehr oder minder frei bewegen; wenn sie sich sehr anhäuft, beginnen ihre Theile einander abzustößen. Diese Freiheit der Bewegung ist durch die mehr oder minder große Leitungsfähigkeit der Körper bedingt, daher „gute und schlechte Leiter“. Wird das Quantum von Elektricität, welches sich mit den Molekülen verbinden kann, überschritten, so breitet sich die Elektricität auf der Oberfläche der Körper aus und sucht in den umgebenden Raum einzudringen. Ist dieser von einem schlechten Leiter erfüllt, z. B. trockener Luft, so wird diese Elektricität einen Druck gegen den Körper ausüben und zwar sowohl auf seine Moleküle als auf deren elektrische Hüllen, die nun ihrerseits gegen die Elektricität auf der Oberfläche reagiren und sie eben dadurch zurückhalten. Ist die Oberfläche der Körper concav, so drängen die Atome des elektrischen Fluidums einander sehr; ist der Körper gewölbt oder spitz, so ist dieses viel weniger der Fall, und die Elektricität häuft sich darum an spitzen und erhabenen Stellen an, wo der Widerstand nicht so groß ist wie an concaven oder ebenen Flächen. (Cornelius.) Wenn man auf den Conductor der Elektrifirmaschine eine Spitze aufsetzt, so sieht man sie aus derselben im Dunkeln in Lichtbüscheln ausströmen.

287. Es ist jedoch viel wahrscheinlicher, daß keine elektrische Flüssigkeit existirt, sondern daß die mit dem chemischen Proceß verbundene Thätigkeit der Moleküle und Aetherhüllen die Ursache der elektrischen Erscheinungen sei. Kein Körper ist für sich elektrisch, sondern nur, wenn er mit einem ungleichartigen in Berührung tritt, wo sich dann in beiden die entgegengesetzten Elek-

tricitäten entwickeln. Man kann sich denken, daß der sogen. elektrische „Strom“ in einer rotirenden Bewegung der Atome und Aetherhüllen bestehe und daß der Erdmagnetismus von dieser in Verbindung mit der Umdrehung der Erde herrühre. Dabei werden die Drehungsachsen der „Dynamiden“ (Atome mit den Aetherhüllen) parallel der Erdoberfläche gestellt. (Redtenbacher.) Auch die Elektricität kann als eine Arbeit angesehen werden, wenn sie z. B. neben der Wärme durch Reibung erzeugt wird.

288. Nach Grove*) bestände sie in einer Polarisation der materiellen Moleküle und wirkte darum anziehend und abstoßend in einer bestimmten Richtung. Richtiger läßt man sie aber durch eigenthümliche Gleichgewichts- und Schwingungsverhältnisse der Aetheratome entstehen, wobei dann die Annahme verschiedener Aetherarten, die Cornelius vermuthet, nicht nothwendig erscheint.

*) Die Wechselwirkung der physischen Kräfte, deutsch v. Rußdorf, 1863.

289. Früher unterschied man idioelektrische und anelektrische Körper. Später zeigte sich, daß man alle Körper, selbst Metalle, durch Reiben elektrisch machen kann und daß, wenn viele auf das Reiben doch keine Elektricität zeigen, dieses in anderen Umständen beruht.

290. Positive und negative Elektricität scheinen nicht auf einem eigentlich polaren Gegensatz, sondern nur auf einem Mehr oder Weniger zu beruhen. Während die Wärme die Materie zur Ausdehnung treibt, veranlaßt die Elektricität spezifische Anziehung und Abstoßung der Oberflächen. Die elektrische Thätigkeit steigert sich zu immer größerer Spannung und schlägt gewaltsam los, wenn die entgegengesetzte Elektricität sich zeigt, was dann von Licht begleitet wird. Je größer die Spannung, desto furchtbarer können die Wirkungen sein durch Zerreißung, Zerschmetterung, Lähmung und Tödtung. Das scheinbar Launische, oft höchst Sonderbare bei Blitzschlägen erklärt sich aus der Beschaffenheit, Zahl, Lage der zwischen den sich ausgleichenden Elektricitäten liegenden Nichtleiter, schlechten Leiter oder Isolatoren.

291. Der Magnetismus producirt nichts, er hat nur eine bestimmte Richtung und Stärke, und verhält sich gegen andere Körper anziehend oder gleichgiltig. In der Elektricität tritt hin-

gegen die Differenz der Körper, ihre Macht oder Schwäche hervor, das Mehr- oder Wenigersein. Die innere Aufregung gibt sich in Affectionen des Riech- und Schmecksinnes, in Wärme- und Lichterscheinungen, in Explosionen und schmetternder Gewalt kund, welche umwandelnd und zerstörend wirken kann. Im Klang und im Magnetismus kommt es zu keinen Veränderungen des Cohäsionszustandes, wie sie Wärme und Elektricität bis zur gänzlichen Aufhebung des molecularen Zusammenhanges herbeizuführen vermögen.

292. Die Menge des Electricums (um diesen Ausdruck für die Verbeutlichung der Phänomene beizubehalten), welches einen Leiter durchströmt, ist bedingt durch den größeren oder geringeren Widerstand der Leitung und die elektromotorische Kraft, welche den Strom erzeugt, von der Spannung oder dem Druck, welche den Strom durch den Leiter treibt. Je größer die elektromotorische Kraft, je kleiner der Leitungswiderstand, desto mehr Electricum kann in einer bestimmten Zeit durch den Leiter getrieben werden. Immer breitet sich das Electricum auf der Oberfläche der Leiter aus und wird dort durch die Luft, die ein sehr schlechter Leiter ist, zurückgehalten. Deshalb findet im luftleeren oder auch nur luftverbünnten Raum das Ueberspringen des elektrischen Funkens viel leichter und auf große Distanz statt. Je dünner man die Luft macht, desto mehr breitet sich das Licht, jedoch unter Abnahme des Glanzes, aus.

293. Elektricität kann auf verschiedene Weisen erregt werden, die sich hauptsächlich auf Reibung oder auf chemischen Proceß zurückführen lassen. In den galvanischen Apparaten wird keine andere Kraft erzeugt als in der Elektrisirmaschine und dem Elektrophor. Man kann den Unterschied, der statt findet, sich unter dem Bilde eines stehenden Wassers und eines Stromes vorstellen; in den galvanischen Apparaten ist die elektromotorische Kraft geringer, ruhiger, wirkt mehr durch Druck, in der Elektrisirmaschine wird ein reicher durch Bewegung wirkender Strom erzeugt.

294. „Weit mannigfaltiger als jene der ruhenden sind die Wirkungen der bewegten, der strömenden Elektricität. Großartige Schauspiele bringt diese hervor, wenn die Gewitterwolke in

zuckenden Blitzen sich entladet, und zu den verschiedensten Zwecken hat der Mensch sie sich dienstbar gemacht. Mit Gedankenschnelle trägt sie in den Telegraphendrähten das Wort durch Hunderte von Meilen, in der elektrischen Lampe erzeugt sie ein sonnenhelles Licht, in den galvanoplastischen Fabriken versilbert und vergolbet sie oder copirt in Kupfer Medaillen, Bildsäulen und andere Gegenstände mit einer Treue, wie die Hand keines Künstlers sie erreichen könnte.“ Kirchhoff.

295. Die starke Elektricitätsentwicklung bei der Dampfeslektrifizirmaschine erfolgt nicht, wie man anfangs glaubte, durch die Dampfbildung, sondern nur durch die Reibung des mit Wassertheilchen vermischten heftig ausströmenden Dampfes an den Wänden der Ausströmungsrohren, denn sie hört bei fortbauender Dampfentwicklung sogleich auf, wenn man das Sicherheitsventil öffnet. — Elektricität kann auch durch Wärme erregt werden. Wenn man die eine der Röhstellen von zweien zu einer Kette verbundenen Metallstäben erhitzt, so entsteht ein elektrischer Strom, der so lange währt als die Erhitzung.

296. Auf die Fähigkeit des galvanischen Stromes, die Magnetnadel abzulenken, gründen sich die Apparate zur Messung der Stromstärke. Aber nicht bloß auf die Richtung der freischwebenden Nadel wirkt der elektrische Strom, sonder er erweckt in weichem Eisen und im Stahl den Magnetismus; ein Leitungsdraht, durch den ein kräftiger Strom geht, zieht Eisenseile an.

297. Mit jedem stärkeren elektrischen Strom ist eine Zersetzung verbunden und in jeder Abtheilung jedes galvanischen Apparates erfolgt eine solche; Stärke des Stroms und Stärke der Zersetzung stehen miteinander in Verhältniß. In der Volta'schen Säule z. B. geht der positive Strom vom Zink aus zum Kupfer und zersetzt die Flüssigkeit in den einzelnen Zellen, und die positiv elektrischen Wasserstoffatome gehen mit ihm zum Kupfer. Bei der Trennung jedes Wasserstoffatoms von seinem Sauerstoffatom wird seine positive Elektricität frei, welche durch die Vereinigung gebunden worden war. Die Menge des durch die Säure aufgelösten Zinkes steht in Verhältniß zur Stärke des Stromes und zur Menge des zersetzten Wassers; „die Größe der Wirkung in der Zersetzungs-Zelle ist absolut gleich der Größe der chemischen

Thätigkeit in der Erregungszelle“. Dieß ist das von Faraday aufgestellte allgemeine Gesetz der Elektrolyse. Die sogen. chemischen Äquivalente sind jene relativen Gewichte der Elemente, die in Verührung mit demselben Element gleich stark elektrisch werden. — Nach Faraday ist die elektrochemische Zersetzung die Folge einer in den Polarleitern der Säule erweckten Kraft, welche stärker wirkt, als die gleiche im Körper zusammenhaltende. Das ist der sogen. elektrische Strom, die in Activität gedachte chemische Affinität.

298. Es geht aber in einer elektrischen Kette kein wirklicher Strom durch die Flüssigkeit von einem Metall zum andern, sondern die chemischen Wirkungen an den Polen entstehen durch das polare Auseinandertreten der Flüssigkeit in zwei verschiedene Producte, die beide nur miteinander erscheinen und sich wieder zur ursprünglichen Flüssigkeit integrieren können. Der sogen. galvanische Strom, eine von den chemischen Elemente ausgehende Bewegung, wird in Wärme und chemische Arbeit umgesetzt, deren Quantum dem chemischen Proceß entspricht, dem sie ihren Ursprung verdanken.

299. „Die Quantität des Stromes besteht in der Zahl der elektrischen Schwingungen gleicher Art und ist äquivalent der in einer Zelle vor sich gehenden chemischen Thätigkeit und steigt mit der Größe der Metallflächen. Die Intensität oder Stosskraft des Stromes entspricht der Größe der Ausweichungen der rubirenden Theilchen aus der Gleichgewichtslage und hängt von der Zahl der galvanischen Elemente ab: die Wärmeeutwickelung ist proportional der Größe und Zahl der Zellen. Das absolute Maß des erzeugten Stromes ist die Quantität des in den Erregungszellen aufgelösten Zinks oder desselben mehr dem niedergeschlagenen Kupfer in der Daniell'schen Kette.“ Nohr.

300. Wie zwischen den Polen der Säule, so hat auch in allen Zellen der galvanischen Kette Wasserzersetzung statt. Jeder Körper, der durch den galvanischen Strom in seine Elemente zerlegt wird, heißt ein Elektrolyt, die Zerlegung Elektrolyse, die Polsubstanzen, zwischen welchen diese Art von Zersetzung geschieht, Elektroden. Die Theorie nimmt an, daß das Wasser zwischen den Polsubstanzen beschränkt relativirt sei, so daß alle Sauerstoff-

atome sich gegen die positive, alle Wasserstoffatome gegen die negative Elektrode kehren. Deshalb erklärt man die Sauerstoffatome für negativ, die Wasserstoffatome für positiv elektrisch. Wie zwischen den Platten des Voltameters, so geht die Wasserzersehung auch zwischen dem Kupfer und Zink jedes Plattenpaares der Volta'schen Säule vor sich; der an der Zinkplatte erscheinende Sauerstoff oxydirt das Zink, der Wasserstoff erscheint an der Kupferplatte. Die Zinkplatte wird zwar in Berührung mit gesäuertem Wasser negativ elektrisch, aber nur ihr über die elektromotorische Flüssigkeit hervorragende Theil, während der eingetauchte positiv elektrisch wird, weshalb man den Zinkpol als den positiv, den Kupferpol als den negativ elektrischen bezeichnet. Ein elektrischer Strom, welcher ein Aequivalent Wasser zu zerlegen vermag, kann auch ein Aequivalent jeder anderen binären für ihn durchbringbaren Substanz zerlegen, so daß demnach die durch den elektrischen Strom zerlegten Gewichtsmengen sich nach dem elektrolytischen Gesetz gleich wie die chemischen Aequivalente verhalten.

301. Der galvanische Strom zerlegt auch die Salze und Oxide und zwar erscheint die Säure am positiven, die Basis am negativen Pole. Welches Staunen erregte es, als Davy im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts die Alkalien durch die Volta'sche Säule zu zerlegen vermochte und die ersten zwei der leichten Metalle, das Kalium und Natrium entdeckte! Gold, Silber, Platin setzen sich aus Auflösungen ab und man kann, so wie dieses in der galvanischen Vergoldung und Versilberung geschieht, andere Metalle mit einer dünnen Schicht von ihnen überziehen. Gleich der Reibungselektricität erzeugt auch der Galvanische Strom Licht und Wärme. Leitet man ihn durch einen Metalldraht, so wird dieser erwärmt; macht man an die beiden Pole einer galvanischen Kette gespitzte Kohlenstücke fest, so zeigt sich ein außerordentlich glänzendes Licht zwischen ihnen, so bald man sie in Berührung bringt.

302. Ströme, die in einem Leiter durch einen andern benachbarten Strom erregt werden, heißen inducirte. Ein solcher benachbarter Strom vermag nämlich in dem Leiter im Augenblick des Beginnens oder Aufhörens oder auch bei seiner Näherung

und Entfernung einen Strom gewissermaßen durch vertheilende Wirkung zu erzeugen, der aber nur einen Augenblick dauert. Wenn man neben den Funkenrath einer Volta'schen Säule oder eines sonstigen galvanischen Apparates im schließlicher Reize einen Nebentracht bringt, so wird sowohl beim Entzünden als beim Verlöschen des aus der Säule erzeugten Stromes im Funkenrath ein tem-perirter Strom im Nebentracht inducirt. Dieser hat mit dem Funkenstrom die gleiche Richtung im Augenblick, wie der Hauptstrom anzeigt, im Augenblick aber, wie dieser erlischt, die entgegengesetzte. (Paracelsus.)

313. Zu letzter Zeit erklären manche Physiker die Wirkung der Volta'schen Säule nicht mehr wie früher durch die Be-zirkung benachbarter Metalle, sondern — einfacher — durch Be-zirkung der Metalle mit der Flüssigkeit (Säure), wodurch das Zink negativ electrisch, das Kupfer positiv electrisch geladen wird. Da der Verbindungswirkel in eine electromete-rische Kraft über, welche die bei nicht verbundenen Electri-citäten eine so große wie es in der Verbindungswirkel getriebener Strom enthält, wobei die spezifischen Eigenschaften der Art und Menge der Substanzen der sich verbindenden Körper bestimmen. Diese Metalle werden durch die Flüssigkeit ein hohes negativ electrisch, welche die Säure ein hohes positiv erzeugt. Dasselbe electromagnetische Kraft, welche der electrischen Gegenwirkung der beiden Körper begehrt, bewirkt das Zink mit der bestimmten Schwach-kraft negativ, welche die auch bestimmten in gleicher Stärke.

314. Die Zersetzung der Substanzen, welche weniger leicht ist, als die des Zinks, entsteht in der That wegen ungleichmäßiger Vermischung beider Körper. Ein Säure zur Verbindung durch das unvollständige Metall bewirkt. „In Säure, und in die Säure mit sich anziehende Körper geht. Auf Verbindungen wird mehr Zeit erfordert.

315. Nach Volta'scher und Savant'scher Art die Erde eine ver-nommene bestimmte Quantität negativer Substanz, deren Zer-setzung notwendig ist. Die Annahme an sich der keine Elec-tricität, kann sie auch nicht haben. Auf allen erdigen Punkten der Erde sammelt sich die Substanz in größerer Menge an; dann bewirkt die Verbindung in der sich anziehende Verbindung

der Erdelektricität. Ist die Dunstmasse mit der Erde in Berührung, so verläßt die Elektricität die Erde und begibt sich auf die Oberfläche der Dunstmasse. Ist die Dunstmasse isolirt, so wird sie durch die von der Erde ausgehende vertheilende Wirkung bald + bald — elektrisch, nach dem Gesetz, daß die latente Elektricität, die jeder Körper enthält, bei Annäherung eines andern elektrischen Körpers frei wird. Isolirt in der Luft schwebende elektrische Wolken wirken vertheilend auf die Erdoberfläche. Eine — elektrische Wolke schwächt die permanente Erdelektricität, kann sogar, wenn stark genug geladen, eine Anhäufung + Elektricität an jenen Erdpuncten bewirken, über welchen sie schwebt. Eine + elektrische Wolke verstärkt durch Vertheilung die permanente — Erdelektricität.

306. In den thierischen Körpern erzeugen sich zahlreiche Ströme, die namentlich in den Muskeln und Nerven von Du Bois-Reymond dargestellt wurden. Ströme von außerordentlicher Kraft kommen in einigen Fischen vor, welche sie zur Lähmung und Tödtung der Beute benützen. Beim Zitterrochen ist der Bauch —, der Rücken + elektrisch. Sie können willkürlich Schläge ertheilen; außer dem Wasser ist hiezu Berührung des Bauches und Rückens mit je einer Hand nöthig, im Wasser nicht. Jedes der beiden elektrischen Organe besteht aus 4—500 Säulchen, deren jede aus zahlreichen Blättchen aufgebaut ist; also eine Sammlung Volta'scher Säulen. Beim Zitteraal, wo die elektrischen Organe im Schwanz liegen, geht wegen der andern Stellung derselben der + elektrische Strom nicht vom Rücken zum Bauch, sondern vom Kopf zum Schwanz.

307. Zweifelhaft ist das sogen. Od v. Reichenbach's. Sehr sensible Personen sollen durch Bestreichung mit starken Hufeisenmagneten und großen Krystallen verschiedene, meist unangenehme Gefühle erhalten, sollen aus deren Polen im Dunkeln Flammen hervorbrehen sehen. Die Erscheinungen des Metall- und Wasserfühlers, des Mesmerismus sollen auf das Od zurückzuführen sein. Sensitive sollen die Wirkungen, welche chemische Präparate bei Berührung auf sie geübt, angeben, aus diesen Wirkungen Präparate genau unterschieden haben u. Die Körper hätten eine allgemeine Kraft, welche sich auch durch andere Körper, selbst

durch lebende Menschen hindurch fortleitet und der ganzen materiellen Welt eigen ist, und diese Kraft, welche eine Polarkraft ist, so daß die gleichsinnigen Pole sich abstoßen, die ungleichsinnigen sich anziehen, nennt R. D. Er hält auch den Menschen für polarisirt und zwar nach rechter und linker Seite, indem er sonderbarerweise die Hauptaxe des Menschen nicht vom Kopf zum Unterleib, sondern quer durch von der rechten zur linken Seite gehen läßt. Büchner's Versuche über das Dd haben nichts entschieden.

Magnetismus.

308. Die Elektricität gibt sich kund an den Begrenzungsflächen der Körper als Anziehung des Ungleichen und Abstoßung des Gleichen, der Magnetismus ist eine polarische Kraft, die in sich selbst gespalten, entzweit und am gleichen Körper wieder zur Indifferenz ausgeglichen ist, im Gegensatz zu Licht und Wärme, bei welchen es nur gradweise Unterschiede gibt. Die Erscheinungen des Magnetismus sind einfach und ruhig, frei von allem Gewaltthätigen, Stürmischen, Zerstörenden; während die Elektricität als ein Wandelndes und Wechselndes, in mancherlei Formen Auftretendes, vorzüglich an bewegten Körpern sich zeigt, ist der Magnetismus an das relativ ruhende Feste gebunden. Elektricität wie Magnetismus erregen durch Vermittlung des Aethers auch in entfernten Körpern entsprechende Schwingungen. Die Elektricität zeigt sich an allen Körpern, der Magnetismus nur an wenigen, namentlich an dem für die Erde charakteristischen Eisen. Der Magnetismus wird nicht wie die Elektricität durch Nichtleiter unterbrochen. Nord und Süd sind an ihm nicht feindliche Gegensätze, sondern nur die beiden Extreme desselben Wesens, dessen nothwendige Ergänzungen, etwa wie männliches und weibliches Geschlecht.

309. Die Richtung der Magnethenkel ist nach Gauß das Ergebniß aller anziehenden und abstoßenden Kräfte der magnetisirten Theile des Erdkörpers und dieser selbst als ein großer Magnet anzusehen. — Die Polarisirung der Theilchen des Erdkörpers ist aber vielleicht wieder nur Wirkung der denselben durchziehenden elektrischen Ströme. Mit Recht hat man gesagt, die

Magnetnadel sei für den Magnetismus, was der Pendel für die Schwere.

310. Alle Körper sind entweder magnetisch, wo sie dann von den Polen eines Magneten angezogen, oder diamagnetisch, wo sie von ihnen abgestoßen werden. Magnetische Körper sind Eisen, Nickel, Kobalt und dann in viel schwächerem Grade Mangan, Chrom, Titan, Cerium, Platin, Palladium, Osmium, Aluminium, Beryllium, Silicium. Die meisten anderen Stoffe, seien sie fest, flüssig oder gasig, auch die thierischen und menschlichen Körper sind diamagnetisch. (Faraday.)

311. Der Magneteisenstein wird nur polarisch magnetisch, wenn er längere Zeit der Luft ausgesetzt war, sonst ist er nur einfach magnetisch, wirkt nämlich anziehend auf beide Pole der Magnetnadel. Felsen und Gesteine, wenn sie Magneteisen enthalten, längere Zeit der Verwitterung ausgesetzt, wirken vorzüglich ablenkend auf die Nadel, wie z. B. die frei vorragenden Säulen auf dem Gipfel des Mendeberges, die Basalte der Landskrone. Mit der Verwitterung nimmt die ablenkende Kraft zu, aber dabei fehlt ihnen die anziehende Kraft auf unmagnetisches Eisen. (Förstemann.)

312. In den diamagnetischen Körpern, sehr deutlich z. B. im Wismuth, scheint jeder Pol eines Magnets sich gegenüber den gleichartigen Pol zu erzeugen, im Gegensatz zu den des gewöhnlichen Magnetismus fähigen Körpern, wo der entgegengesetzte Pol hervorgebracht wird, wie denn z. B. in einem Wismuthstäbchen dem Nordpol eines starken Magnets gegenüber ein Nordpol, dem Südpol gegenüber ein Südpol entsteht. Die diamagnetischen Körper lassen auch wie die magnetischen bei der Berührung oder Näherung eines Magnetpoles eine polare Verschiebenheit ihrer Enden eintreten, aber in umgekehrter Art. Der Eisenstab nimmt an der Berührungsstelle des Magnetpoles den entgegengesetzten an und wird deshalb angezogen, der Wismuth nimmt die gleiche Polarität an und wird deshalb abgestoßen. Man suchte experimentell nachzuweisen, daß auch der Diamagnetismus eine wirkliche Polarkraft sei. (Reich, Weber, Pogendorff.)

313. Beim Diamagnetismus sucht die von den Polen eines

durch lebende Menschen hindurch fortleitet und der ganzen materiellen Welt eigen ist, und diese Kraft, welche eine Polarkraft ist, so daß die gleichsinnigen Pole sich abstoßen, die ungleichsinnigen sich anziehen, nennt R. D. Er hält auch den Menschen für polarisirt und zwar nach rechter und linker Seite, indem er sonderbarerweise die Hauptaxe des Menschen nicht vom Kopf zum Unterleib, sondern quer durch von der rechten zur linken Seite gehen läßt. Büchner's Versuche über das Dd haben nichts entschieden.

M a g n e t i s m u s.

308. Die Elektricität gibt sich kund an den Begrenzungsflächen der Körper als Anziehung des Ungleichen und Abstoßung des Gleichen, der Magnetismus ist eine polarische Kraft, die in sich selbst gespalten, entzweit und am gleichen Körper wieder zur Indifferenz ausgeglichen ist, im Gegensatz zu Licht und Wärme, bei welchen es nur gradweise Unterschiede gibt. Die Erscheinungen des Magnetismus sind einfach und ruhig, frei von allem Gewaltthätigen, Stürmischen, Zerstörenden; während die Elektricität als ein Wandelndes und Wechselndes, in mancherlei Formen Auftretendes, vorzüglich an bewegten Körpern sich zeigt, ist der Magnetismus an das relativ ruhende Feste gebunden. Elektricität wie Magnetismus erregen durch Vermittlung des Aethers auch in entfernten Körpern entsprechende Schwingungen. Die Elektricität zeigt sich an allen Körpern, der Magnetismus nur an wenigen, namentlich an dem für die Erde charakteristischen Eisen. Der Magnetismus wird nicht wie die Elektricität durch Nichtleiter unterbrochen. Nord und Süd sind an ihm nicht feindliche Gegensätze, sondern nur die beiden Extreme desselben Wesens, dessen nothwendige Ergänzungen, etwa wie männliches und weibliches Geschlecht.

309. Die Richtung der Magnethadel ist nach Gauß das Ergebniß aller anziehenden und abstoßenden Kräfte der magnetisirten Theile des Erdkörpers und dieser selbst als ein großer Magnet anzusehen. — Die Polarisirung der Theilchen des Erdkörpers ist aber vielleicht wieder nur Wirkung der denselben durchziehenden elektrischen Ströme. Mit Recht hat man gesagt, die

Magnetnadel sei für den Magnetismus, was der Pendel für die Schwere.

310. Alle Körper sind entweder magnetisch, wo sie dann von den Polen eines Magnetes angezogen, oder diamagnetisch, wo sie von ihnen abgestoßen werden. Magnetische Körper sind Eisen, Nickel, Kobalt und dann in viel schwächerem Grade Mangan, Chrom, Titan, Cerium, Platin, Palladium, Osmium, Aluminium, Beryllium, Silicium. Die meisten anderen Stoffe, seien sie fest, flüssig oder gasig, auch die thierischen und menschlichen Körper sind diamagnetisch. (Faraday.)

311. Der Magneteisenstein wird nur polarisch magnetisch, wenn er längere Zeit der Luft ausgesetzt war, sonst ist er nur einfach magnetisch, wirkt nämlich anziehend auf beide Pole der Magnetnadel. Felsen und Gesteine, wenn sie Magneteisen enthalten, längere Zeit der Verwitterung ausgesetzt, wirken vorzüglich ablenkend auf die Nadel, wie z. B. die frei vorragenden Säulen auf dem Gipfel des Mendeberges, die Basalte der Landstrone. Mit der Verwitterung nimmt die ablenkende Kraft zu, aber dabei fehlt ihnen die anziehende Kraft auf unmagnetisches Eisen. (Förstemann.)

312. In den diamagnetischen Körpern, sehr deutlich z. B. im Wismuth, scheint jeder Pol eines Magnets sich gegenüber den gleichartigen Pol zu erzeugen, im Gegensatz zu den des gewöhnlichen Magnetismus fähigen Körpern, wo der entgegengesetzte Pol hervorgebracht wird, wie denn z. B. in einem Wismuthstäbchen dem Nordpol eines starken Magnets gegenüber ein Nordpol, dem Südpol gegenüber ein Südpol entsteht. Die diamagnetischen Körper lassen auch wie die magnetischen bei der Berührung oder Näherung eines Magnetpoles eine polare Verschiedenheit ihrer Enden eintreten, aber in umgekehrter Art. Der Eisenstab nimmt an der Berührungsstelle des Magnetpoles den entgegengesetzten an und wird deshalb angezogen, der Wismuth nimmt die gleiche Polarität an und wird deshalb abgestoßen. Man suchte experimentell nachzuweisen, daß auch der Diamagnetismus eine wirkliche Polarkraft sei. (Reich, Weber, Pogendorff.)

313. Beim Diamagnetismus sucht die von den Polen eines

Magnetes ausgehende Kraft in einem diamagnetischen Körper eine dem magnetischen entsprechende Anordnung der Moleküle zu bewirken. Dabei werden auch die elektrischen Sphären um die Moleküle gestört und es wird ein elektrischer Strom erzeugt, der den Molekülen eine bestimmte Richtung und Polarität erteilt. Hat die magnetische Kraft das Uebergewicht und können die Moleküle des betreffenden Körpers leicht sich in eine den Magnetpolen entsprechende Gruppierung ordnen, so wird der afficirte Körper magnetisch. Hat hingegen die Electricität das Uebergewicht, so nehmen durch den Inductionsstrom die Moleküle die umgekehrte Anordnung an und der Körper wird diamagnetisch, so daß zwischen ihm und dem nächsten Magnetpol Abstoßung eintritt. Diamagnetismus und Magnetismus können in einander übergehen, je nachdem die magnetische oder elektrische Strömung überwiegt.

314. Nach Ampère, welcher den Magnetismus auf die Electricität zurückführt, wäre jedes Molekül eines Magnets von einem kreisförmigen, in sich selbst zurückkehrenden elektrischen Strome umgeben und die Vereinigung aller Ströme bildet einen kreisförmigen Strom um jeden Querschnitt des ganzen Magnets, sei er stab- oder nabelförmig u., so daß derselbe von einem System unter sich paralleler Ströme umgeben ist. Die gegen den Interferenzpunct gerichteten Ströme, z. B. die vom Südpol eines Magnetes dahin gehenden, werden die in einem anderen Magnet vom Indifferenzpunct gegen den Nordpol gerichteten, als mit ihnen gleiche Richtung habend anziehen, die entgegengesetzten abstoßen, so daß sich die gleichnamigen Pole zweier Magnete abstoßen, die ungleichnamigen anziehen.

315. Nach Ampère's Theorie soll die Anziehung des Eisens durch den Magnet abhängen von der Wirkung seiner Molecularströme auf die im Eisen vorhandenen, in gleiche Richtung gebrachten Molecularströme, die diamagnetische Abstoßung des Wismuths durch den Magneten von der Wirkung seiner Molecularströme auf entgegengesetzte Molecularströme, welche durch die Annäherung des Magnetes im Wismuth erst inducirt werden und die Induction überbauern, weil sie Molecularströme sind. (Weber.) Nach Anderen, z. B. Helmholtz, sollen Electricität und Magnetismus auf eigenthümlichen, aus Atomen gebildeten Fluiden

beruhen, Licht, Schall, Wärme aber bloße Bewegungen sein, während Cornelius es für evident hält, daß vom Magnet kein Fluidum, worin der Magnetismus seinen Sitz haben könnte, zum Eisen übergeht. Eine weitere Ansicht läßt Electricität und Magnetismus auf der primitiven Polarität des chemischen Processes beruhen. (Pohl.)

316. Die magnetischen Erscheinungen haben sich bis jetzt auf mechanische Geseze nicht zurückführen lassen. Licht, Wärme und Electricität stehen zwar in Verbindung mit dem Magnetismus, aber sind nicht in Einklang mit ihm zu bringen. Der Magnetismus hängt jedenfalls eng zusammen mit der Molecularbeschaffenheit eines Körpers; ein glashart gehärteter Stahlstab, der unbedeutenden Hitze des kochenden Wassers ausgesetzt, verliert schon von seiner Sprödigkeit, die Intensität seiner magnetischen Kraft, also die Schnelligkeit seiner Schwingungen und seine Tragfähigkeit vermindert sich. Und auch die chemische Beschaffenheit der Körper steht in genauer Beziehung zum Magnetismus und Aenderungen in dieser Rücksicht können die magnetische Polarität gänzlich verschwinden lassen. Man will gefunden haben, daß, wenn Magnete von gleichem Gewicht verschiedenes Tragverhältniß haben, sich ihre magnetische Kraft wie die Kubikwurzeln aus denjenigen Volumina verhalte, welche gleiches Tragverhältniß haben und diese Volumina wie die Würfel der Tragverhältnisse der Magnete von gleichem Gewicht. Beim Magnetismus wären sonach alle Einheiten, bezüglich seiner Größe, Kubikwurzeln. Die Kuben der magnetischen Wirkungen seien proportional dem Quadrat des Gewichts vom ganzen Magnet, und der Magnetismus wirkt daher in einem Grad nach demselben Verhältniß wie in einem Centner — ein von allen anderen abweichendes Naturgesez. (Haecker.)

317. Das Polarlicht wird gewöhnlich mit dem Erdmagnetismus in Beziehung gebracht, ist aber vielleicht eher als elektrisches Licht aufzufassen, entstehend durch Ausgleichung der tellurischen Thermo-electricität mit der Electricität des Luftkreises in den Stunden, wo die kalten oberen Polarströme zu den tieferen Schichten herunter sinken.

Der chemische Proceß.

318. Während der Magnetismus nach der Linie, der Elektrismus nach der Fläche wirkt, verläuft der chemische Proceß in allen Dimensionen, ergreift und durchdringt die ganze Substanz der Körper. Im Magnetismus ziehen sich die Körper nach polarer Gegensezung an oder stoßen sich ab, im Elektrismus geschieht dieses nach dem Quantitätsverhältniß der Kraft, im Chemismus treten sie mit ihrer Qualität, ihrer specifischen Natur in Wechselwirkung miteinander.

319. Elektrismus und Magnetismus sind dem Chemismus untergeordnet, einleitende oder begleitende Phänomene desselben, deren Polarität zuletzt auf dem chemischen Verhalten der Körper beruht. Jeder chemisch wirkende Körper verhält sich gegen andere zugleich positiv und negativ, oxydirend und reducirend, und die zwei Hauptvorgänge im chemischen Proceß sind Oxydation und Reduction.

320. Bloße Amalgamation von Metallen oder mechanische Mengung von Flüssigkeiten, wenn hiebei auch Herstellung einer sinnlichen Einheit stattfindet, ist kein chemischer Proceß; dieser beruht auf der Ausgleichung entgegengesetzter Substanzen zu einer wesentlichen Einheit, die einen neuen Körper darstellt, oder auf der Lösung einer Indifferenz in die in ihr verschlossenen Momente zu selbständigem Dasein. So sind z. B. im Wasser nicht die Theilchen von Wasserstoff und Sauerstoff, in der Luft die von Stickstoff und Sauerstoff, im Zinnober die von Schwefel und Quecksilber zu einem Gemenge, sondern zu einer Einheit vereinigt, welche eine ganz neue specifische Beschaffenheit zeigt. Je größer die Differenz, desto stärker in der Regel die Anziehung, desto inniger und vollkommner die Verbindung und Neutralisation, die nach bestimmten Zahlenverhältnissen vor sich gehen. Der chemische Proceß ist wesentlich Neutralisation. Es gibt keinen einzigen der sogen. Elementarstoffe, welcher sich nicht mit einigen andern verbinde; der Sauerstoff, der „Mittelpunct der ganzen chemischen Welt“ (Schönbein), geht mit allen Verbindungen ein, das Fluor ausgenommen. So verschieden jene sogen. Grund-

stoffe sind, so ist doch allen Wägbareit gemein und das Vermögen, in verschiedenen sinnlichen Formen zu erscheinen.

321. Der chemische Proceß erfordert zu seiner Vollenbung eine bestimmte Zeit, nicht als ob diese an sich nöthig wäre, da ja mit der Berührung der Atome auch ihre Reaction, mit der Ursache die Wirkung gegeben ist, — sondern weil verschiedene Verrückungen und Lagen der Atome zu ihrer Berührung und Herstellung ihres Gegensatzes nothwendig sind, bis das Resultat hervortreten kann.

322. Indem die Substanzen sich unter den verschiedensten Verhältnissen und Formen vereinen und lösen, entsteht eine unendliche Mannigfaltigkeit chemischer Körper, ähnlich der in den organischen Reichen, welche in fortwährender Veränderung und Umbildung begriffen sind. Der Proceß der Verbindung und Lösung kann ein wässeriger oder feuriger sein. Die Idee der Verbindung ist den Stoffen immanent und führt eben die Vereinigung herbei.

323. Früher ließ man die Verbindungen auf Verwandtschaft beruhen, — je näher verwandt, desto stärker sollten sich Körper anziehen — jetzt auf dem Gegensatz. Verschiedenartige Stoffe vereinen sich, wenn jeder zwei Factoren hat, welche durch ungleiche Größen ihrer entgegengesetzten Eigenschaften Producte von gleicher Größe darstellen, zu einer indifferenten neutralen Substanz. So vereinigen sich bei der Schmelzung 16 Gewichtseinheiten Schwefel mit 28 Gewichtseinheiten Eisen zu einer neutralen Substanz, indem die chemische Kraft einer Gewichtseinheit Schwefel, ausdrückbar durch die Zahl 625, und die einer Gewichtseinheit Eisen, ausdrückbar durch die Zahl 357, multiplicirt mit den Zahlen der Gewichtseinheiten, beide 10,000 geben. Die beiden Factoren sind das absolute Gewicht und die positive chemische Kraft. — Die ältere Ansicht hat für Bezeichnung des Vorgangs nicht das rechte Wort gewählt, obwohl ihr auch das wahre Verhältniß vorschweben mochte. Auch in der Menschenwelt z. B. verbinden sich nicht einander zu nahe stehende Individuen sehr innig miteinander, sondern solche, welche geeignet sind, sich zu einer höheren Einheit zu ergänzen. Innigere Verbindung ist hier wie im chemischen Proceß der Zweck; man sagt wohl: in

dieser Substanz sind die Elemente schwach gebunden, wenn die Neutralisation nur unvollkommen ist.

324. Manche complicirtere Verhältnisse hat man früher durch prädisponirende Verwandtschaft erklärt, wo zwei zur Einheit verbundene Stoffe bloß deshalb durch einen dritten getrennt werden, weil zugleich ein vierter vorhanden ist, der zur künftigen Verbindung des ersten und dritten Verwandtschaft äußert. (So wird z. B. Kohlensäure und Natron durch Phosphor und Natron in der Glühfuge in phosphorsaures Natron und Kohlenstoff zerlegt, weil die erst zu bildende Phosphorsäure größere Anziehung gegen das Natron hat, als die Kohlensäure, obgleich die Affinität des Kohlenstoffes zum Sauerstoff viel größer ist, als die des Phosphors zu demselben.) Oder es theilt sich ein zu einer Verbindung neu zutretender Stoff, um an zwei neu entstehenden Verbindungen sich zu betheiligen. Nach Berthollet zersetzen sich zwei Salze wechselseitig, wenn eines der zwei neu entstehenden schwerer im Wasser löslich, also cohärenter ist als die beiden früheren. — In diesen und anderen Fällen zeigt sich ein dem Instinct vergleichbares Vorahnen von Dingen, die erst geschehen sollen und deren Eintritt eben hiedurch bedingt ist. Der Stoffwelt ist so gut wie den Weltkörpersystemen und den organischen Wesen ein vernünftiger und zweckmäßiger Bildungstrieb immanent.

325. Die Chemie nimmt einige 60 sogen. Grundstoffe an (67 bis zum Jahre 1864), welche alle Körper darstellen und nicht weiter zerlegbar sind. Bunsen, Kirchhoff, Plücker führten nach den früher bekannten Zerlegungsarten die Spectralanalyse in die chemische Praxis ein; das Flammenspectrum brennender Körper ist das feinste Erkennungsmittel und es reichen hiezu unendlich kleine Mengen aus, vom Natrium z. B. $\frac{1}{3,000,000}$ Milligramm (eine Million Milligramme sind ein Kilogramm); es ist überall vorhanden, in der Luft, im Staube u. wie auch das Lithium, dieses jedoch in sehr geringer Menge. Es gelang bald, durch die Spectralanalyse zwei neue Metalle zu entdecken: Caesium im Dürkheimer Soolwasser und Rubidium im Lithionglimmer; ersteres gibt zwei nebeneinander liegende blaue Linien im blauen Theil des Spectrums, das andere zwei prachtvoll violette im

rothen. Rubidium und Caesium sind in chemischem Verhalten dem Kalium sehr ähnlich, aber die Spectern sind sehr verschieden. Beide kommen äußerst sparsam vor. Thallium ist von Crooker und Lamy, Indium von Reich und Richter gefunden; ersteres hat eine sehr helle grüne, das zweite eine sehr helle blaue Linie. Die Spectralanalyse wird durch Stokes auch auf Lösungen organischer Substanzen angewandt. — Es ist ungemein merkwürdig, daß die Meteorsteine bis jetzt kein einziges Element geliefert haben, welches nicht auch auf der Erde vorkäme.

326. Manche dieser sogen. Grundstoffe sind für die Darstellung der organischen Körper besonders wichtig, so Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff. Einige andere sind in erstaunlicher Menge in der Mineralwelt vorhanden, wie Silicium, Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium, Chlor, Phosphor, Schwefel, Aluminium, Eisen. Nicht so häufig oder verbreitet sind: Iod, Barium, Chrom, Bor, Brom, Fluor, Cadmium, Strontium, Kobalt, Nickel, Arsen, Wismuth, Mangan, Antimon, Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Quecksilber, Silber, Platin, Gold. Nur hier und da oder in geringen Mengen kommen vor: Lanthan, Didym, Terbium, Erbium, Caesium, Rubidium, Cerium, Thorium, Yttrium, Bertholium, Lithium, Zirconium, Vanadium, Tantal, Titan, Molybdän, Uran, Wolfram, Tellur, Selen, Osmium, Iridium, Rhodium, Palladium.

327. Man glaubte lange irrig, die sogen. Elemente seien unveränderlich; aber der Phosphor z. B. verwandelt sich bei gewisser Erwärmung in eine undurchsichtige, rothbraune, schwerer entzündbare, im Finstern nicht leuchtende, ungiftige Masse, bei noch stärkerer Erwärmung wird er wieder wie zuvor und dabei findet nicht die geringste Gewichtsänderung statt. Solche „Allotropie“, wo Stoffe unter verschiedenen Formen und Eigenschaften erscheinen, was Mohr mit dem Ein- und Austreten von Wärme in Beziehung gebracht hat, kommt auch vor beim Schwefel, Selen, Tellur, Arsen, Kohlenstoff und Sauerstoff.

328. Man sieht, daß der Charakter der allermeisten dieser Substanzen Metallität sei, mit vielfachen Abänderungen der Schwere, Härte, Schmelzbarkeit, Farbe. Den schwersten und dichtesten stehen einige gasförmige als Extreme gegenüber, die Mitte füllen Stoffe von mäßiger Schwere und Dichtigkeit aus.

Eine gleiche Abstufung tritt im Elektrismus ein, nach welchem alle Stoffe in eine Reihe gebracht werden können, vom Sauerstoff, als dem am meisten negativ, bis zum Kalium, als dem am meisten positiv elektrischen.

329. Die Chemie, wie sie sich seit Dalton gestaltet hat, nimmt so viele Arten von Atomen an, als es auf ihrem Standpunkte Grundstoffe gibt. Die Atome haben eine oder mehrere Affinitäten, können sich daher nur mit einem oder mit mehreren Atomen verbinden und diese Verbindungen geschehen nach für jeden Stoff bestimmten Verhältnissen; es verbinden sich 16 Loth Schwefel z. B. mit 100 Loth Quecksilber, was 116 Loth Zinnober gibt. Die Zahlen 16 für Schwefel und 100 für Mercur drücken die Gewichtsmengen aus, in welchen sich beide mit den anderen Elementen verbinden können, und heißen Substitutionszahlen, Aequivalentzahlen, Aequivalente, Mischungsgewichte, Verbindungsgewichte, Atomgewichte. Aequivalente heißen sie deshalb, weil diese Mengen andere Körper in Verbindungen ersetzen können. Sagt man, das Aequivalent des Sauerstoffs ist $= 8$, so bedeutet dies, 8 Theile Sauerstoff können sich mit 16 Theilen Schwefel, 28 Eisen, 6 Kohlenstoff, 100 Mercur verbinden. Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff im Verhältniß wie 1: 8; 1 und 8 sind also die Aequivalente beider. Früher wurde der Sauerstoff als Einheit angenommen, jetzt der Wasserstoff, weil er das kleinste Aequivalent oder Atomgewicht hat.

330. Bei chemischen Verbindungen oder Trennungen ändert sich das Gewicht der Körper nicht; eine Verbindung aus mehreren Substanzen wiegt gleich viel wie ihre einzelnen Bestandtheile. Ein Aequivalent eines Elementes kann sich mit einem oder mehreren Aequivalenten eines anderen verbinden oder zwei Aequivalente mit 3, 5, 7 eines anderen, wodurch verschieden geartete Verbindungen entstehen. Gasförmige Körper verbinden sich (sehr oft unter Verdichtung) im bestimmten Verhältnisse ihrer Volumina, z. B. 1 Volumen Stickstoff mit 1 Volumen Sauerstoff zu 2 Volumen Stickstoffoxydgas, 3 Volumen Wasserstoff mit 1 Volumen Stickstoff zu Ammoniakgas, 2 Volumen Wasserstoff mit 1 Volumen Sauerstoff zu 2 Volumen Wassergas. Ein bedeutender Theil der Aequivalentzahlen der Elemente sind Multipla

nach ganzen Zahlen vom Aequivalent des Wasserstoffes. Die Aequivalentzahlen mancher Elemente verhalten sich $= 1:1$, so bei Nickel und Kobalt, Cer und Lanthan, Quecksilber und Osmium, deren Aequivalentzahlen 100 sind, oder wie $1:2$; so ist das Atomgewicht vom Sauerstoff 8, vom Schwefel 16, vom Stickstoff 14, vom Eisen 28, von Wolfram 92, von Tantal 184. In den sogen. triadischen Gruppen, deren man 8 kennt und welche durch 3 Elemente dargestellt werden, steht das Aequivalent des einen Elementes genau oder annähernd in der Mitte zwischen den Aequivalenten der beiden anderen; so das Natrium mit 23 zwischen Kalium mit 39,2 und Lithium mit 7; das Selen mit 40 zwischen Tellur mit 64 und Schwefel mit 16, das Eisen mit 28 zwischen Kobalt mit 29,5 und Mangan mit 27,5, das Brom mit 80 zwischen Jod mit 127 und Chlor mit 35,5. Das Mischungsgewicht eines zusammengesetzten Körpers ist gleich der Summe der Mischungsgewichte seiner Bestandtheile.

331. Das sogen. Atom- oder spezifische Volumen einer Substanz erhält man, wenn man sein Aequivalent durch sein spezifisches Gewicht dividirt. Das Eisen z. B. hat als Aequivalentzahl 28 und sein spezifisches Gewicht das des Wassers $= 1$ gesetzt, ist 7,3, woraus sich sein Atomvolumen zu 3,6 ergibt. Beim Kalium mit einem Aequivalent von 39,2 und einem spezifischen Gewicht von 0,86 ist das Atomenvolumen 45,6, beim Sauerstoff mit 8 Aequivalent und 1,108 spezifischem Gewicht, das der Luft gleich 1 gesetzt, sein Atomvolumen daher 7,22, beim kohlensauren Gas mit einem Aequivalent von 22 und einem spezifischen Gewicht von 1,524 ist jenes 14,44. Chemisch ähnliche Substanzen haben oft gleiches Atomvolumen oder ihre Atomvolumina stehen zueinander in einem einfachen Verhältniß. Es leuchtet ein, daß sich aus dem Atomvolumen leicht das spezifische Gewicht berechnen und aus Atomvolumen und Gewicht das Aequivalent einer Substanz erschließen läßt.

332. Man kennt keinen Fall, daß sich ein Atom mit mehr als 7 Atomen eines andern Stoffes verbindet. Bei der mechanischen Verbindung bleiben die Atome durch ihre Wärmesphären getrennt, bei der chemischen sollen sie sich wirklich berühren. In den unorganischen Körpern sind die Verbindungen binär, bibinär,

tetrabinär. Mehr als 8 Grundstoffe enthält keine unorganische Verbindung.

333. Die Binär- oder dualistische Chemie beruht auf der Wahrnehmung, daß sich zwei einfache Körper zu einem zusammengesetzten verbinden, zwei solche zu einem höher zusammengesetzten und so fort. Die gewöhnlichen chemischen Formeln heißen dualistische, jene der in neuerer Zeit aufgetretenen Typentheorie typische.

334. Neue Vorstellungen haben auch neue Schreibweisen in der Chemie zur Folge gehabt. Man nennt nun Molekül die kleinste Menge eines Stoffes, die für sich existiren kann, Atom die kleinste Menge, die in einer Verbindung vorkommt, für sich soll ein Atom nicht existiren können. Ein Molekül Wasserstoff = H_2 besteht aus zwei Atomen H, ein Molekül Chlor = Cl_2 aus zwei Atomen Chlor, ein Molekül Kalium = K_2 aus zwei Atomen Kalium. Im Wasser sind zwei Atome Wasserstoff enthalten, verbunden mit einem Quantum Sauerstoff, dessen Gewicht auf zwei Theile Wasserstoff = 16 ist. Ein Molekül Wasser, die kleinste Menge, die frei vorkommen kann, ist demnach $H_2 O_2 = 18$. Das Atomgewicht des Sauerstoffes ist also 16 und man schreibt statt 20 oder O_2 nun θ und die Formel des Wassers ist nun $H_2 \theta$. Auch die dem Wasser analogen Metalloxyde werden so bezeichnet, Kaliumoxyd = $K_2 \theta$, Bariumoxyd $Ba_2 \cdot \theta$, Silberoxyd $Ag_2 \theta$. Beim Sauerstoff und einigen anderen werden nach der neuen Ansicht immer zwei Atome in einem Molekül angenommen und dies ist der Grund, warum man θ schreibt.

335. In der Natur ist nur ein Theil der möglichen Verbindungen der Grundstoffe (wie der Krystallformen) verwirklicht. Eine große Anzahl anderer wird in den chemischen Laboratorien erzeugt, aber sie sind in der freien Natur gleichsam nicht lebensfähig, zerfallen. Auch die organischen Verbindungen bestehen nur so lange, als der sie erzeugende Organismus.

336. Physiologisch organische Stoffe sind die, welche sich fertig in Pflanzen und Thieren finden, während chemisch organische Stoffe ursprünglich nicht vorkommen, sondern durch Um-

wandlung der physiologischen erzeugt werden können, wie Essigsäure, Anilin, Alkohol, Aether etc.

337. Isomere Körper nennt man jene, welche bei ganz gleicher Zusammensetzung verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften zeigen; die Isomerie beruht darauf, daß die Atome verschieden gruppiert sind. Isomere Verbindungen, sehr selten in der anorganischen Natur, kommen häufig in der organischen vor. So sind Weinsäure und Traubensäure Isomer, ferner Zuckersäure und Schleimsäure, dann arabisches Gummi, Dextrin, Stärkemehl und Holzfaser, welche vier sämmtlich die Formel $C_{12} H_{10} O_{10}$ haben. Metamerie heißt das Verhältniß, wo in Körpern von gleicher procentischer Zusammensetzung und gleichem Mischungsgehalt die Atome verschieden gruppiert sind; metamerisch sind z. B. Essigäther und Buttersäure. Endlich die polymerischen Körper haben verschiedene Mischungsgehalte, aber gleiche procentische Zusammensetzung, wie z. B. die Kohlenwasserstoffe, Essigsäurehydrat, Milchsäure und Krümelzucker.

338. Berthollet wies nach, daß oft nach dem Mengenverhältniß der Stoffe und nach deren Cohäsionsform die chemischen Erscheinungen sich ändern. Die Cohäsion ist von so großem Einfluß, daß der Gedanke nahe liegt, sie allein könne die Erscheinungen bewirken, welche man der Verwandtschaftskraft zugeschrieben hat. Aus dem Verdichtungsgrade erklärt sich z. B. die außerordentliche Verschiedenheit von Kohle und Diamant, Kalkspath und Aragonit, Granat und Vesuvian, durch Sublimation gewonnenem rothen und auf nassem Wege erhaltenem schwarzen Zinnober.

339. Sehr geringe Aenderungen in den Proportionen der einzelnen Stoffe einer chemischen Verbindung erzeugen sehr verschiedene Substanzen. Das Eisen wird durch ein wenig Kohlenstoff zu Stahl; Silber, welches nur $\frac{6}{1000}$ fremde Stoffe, z. B. Eisen, Kobalt, Nickel beigemengt enthält, wird so hart, daß man daraus Messerflingen und Feilen machen kann. (Barruel.) Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff sind für sich nicht giftig, aber zu Blausäure verbunden sind sie es im höchsten Grade. Phosphorsäure in der Form von phosphorsauren Salzen ist in jedem Thiere da, aber die phosphorige Säure ist ein tödtliches Gift.

Vom Arsen sind nur gewisse Verbindungen giftig; Bunsen's Raikobylsäure enthält $71\frac{1}{2}$ Proc. Arsen und kann in Auflösung ungenutzt ohne Schaden genommen werden; $\frac{1}{4}$ Gran Arsenik als arsenige Säure wirkt schon schädlich.

340. Die durch verschiedene Einwirkung herbeigeführte Veränderung in der Bewegung und Lage der Moleküle erklärt wohl auch, daß nach Schönbein's Versuchen metallisches Eisen gegen Oxydation ganz unempfindlich gemacht wird, wie z. B. ein Eisendraht von Salpetersäure von 1,35 spec. Gewicht, die Eisen sonst sehr lebhaft angreift, nicht afficirt wird, wenn man ihn zuerst in Säure getaucht, oder an einem Ende geglüht oder am experimentellen Ende platinirt oder vergolbet hat, oder wenn er als positiver Schließungsdraht einer Volta'schen Säule dient.

341. Mit dem chemischen Proceß ist häufig Temperaturänderung verbunden, Erhitzung bis zur Feuerentwicklung, Erstaltung bis zur Erstarrung. Wärme, Licht und Electricität haben auf ihn den bedeutendsten Einfluß; in manchen Fällen scheint dieses auch beim Magnetismus der Fall zu sein. Nähert man einer Substanz, während sie in einer chemischen Veränderung begriffen ist, einen Magnet, so wird die Richtung verändert, in welcher die chemische Kraft wirkt. (Hunt und Wattmann.) Oxydation und Reduction sind gleichsam die wechselnde Polarität im chemischen Proceß, wobei jede Substanz sich gegen andere zugleich + oder oxydirend und — oder reducirend verhält.

342. Hängt man in eine wässerige Auflösung von Kupfernitriol einen Zinkstreifen so, daß er nur zum vierten Theil in die Auflösung hineinreicht, so erfolgt der Reductionsproceß des Kupfers von oben nach unten in der Art, daß die oberen Schichten der Flüssigkeit zuletzt keine Spur von Kupfer mehr enthalten. Der Proceß setzt sich aber noch durch den am untern Ende des Zinkstreifens sich anhängenden Bart von reducirtem Kupfer fort, und die Reduction geschieht vollständig in der untern Schicht, wohin das Zink nicht reicht. Das Zink überträgt also seine reducirende Kraft auf das Kupfer und wirkt, wo es gar nicht ist, obgleich sonst beim chemischen Proceß zwei Körper, die aufeinander wirken sollen, sich berühren müssen. (Karsten.)

343. Bei gewissen Operationen mit der Volta'schen Säule

gehen Stoffe durch andere hindurch, ohne sie zu verändern, an den entgegengesetzten Pol, z. B. Salzsäure und Kali mitten durch die Lakmustinctur, ohne diese roth oder grün zu färben. Die sonst eintretende chemische Anziehung wird in diesen Fällen durch eine mächtigere Anziehung so neutralisirt, daß die sonst so leicht miteinander sich verbindenden Stoffe füreinander gar nicht da sind.

344. Katalyse nannte Berzelius das Vermögen mancher Stoffe, durch ihre bloße Gegenwart chemische Wirkungen zu erregen, ohne daß sie hierbei selbst verändert werden. Platinschwamm bewirkt z. B. Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff, ohne sich selbst zu ändern. Außer dem Platinschwamm wirken katalytisch auch Eisen-, Kobalt-, Nickel-, Uranschwamm, Labmagen, Hefenpilze, Vibrionen, viele organische Verbindungen. Berzelius schrieb die Wirkung der feinen Vertheilung dieser Substanzen zu, Liebig der Bewegung ihrer Moleküle. Die Katalyse wirkt aber nicht bloß bindend, sondern auch lösend, indem zwei Stoffe durch Mitwirken eines dritten getrennt werden, der selbst dabei unverändert bleibt. Man kann auch die Wirkung des galvanischen Stromes, der alle flüssigen organischen Verbindungen auflöst, als katalytische sich denken.

345. Die Auflösung vernichtet die spezifische Natur der Körper und ist bei starkem Gegensatz der sich verbindenden Körper häufig mit lebhaften Erscheinungen begleitet. Bei Auflösung des Zinks in verdünnter Schwefelsäure kommt es zu Entwicklung von Electricität und Wärme und Entbindung von Wasserstoffgas.

346. Harting ließ Auflösungen reiner chemischer Verbindungen, deren Reaction bekannt war, sich unter dem Mikroskop vermischen und beobachtete dann das Entstehen und die Veränderung der Niederschläge, bei welchen er vier Hauptformen: krystallinische, moleculäre, durchscheinend häutige und gallertige nebst einigen Zwischenformen unterschied. — Iod präcipitirt sich krystallinisch, wenn man seine Tinctur mit Wasser vermischt; schwefelsaurer Kalk aus der Auflösung von Chlorcalcium und schwefelsaurem Natron; phosphorsaures Bleiorhd aus Auflösung von salpetersaurem Bleiorhd und Phosphorsäure. Moleculäre Niederschläge erhält man aus Auflösung von Chlorgold und Eisen-

vitriol (Gold), von kiesel-saurem Kali und Salzsäure (Kiesel-säure), von Sublimat und Aetzkali (Quecksilberoxyd) u. Selten haben die kleinsten Körperchen mehr als $\frac{1}{1000}$ Mm. im Durchmesser, und wegen dieser Kleinheit, welche es nicht mehr gestattet, die wahre Gestalt zu erkennen, ist es zweifelhaft, ob diese Form eine für sich bestehende ist, oder ob man vielmehr nicht lauter Kryställchen vor sich hat. Durchscheinend häutige Niederschläge geben schwefel-saures Eisenoxydul und Aetzkali (Eisenoxydulhydrat), Zinnchlorür und Ammoniak (Zinnoxydulhydrat), Kaliumeisenchyanür und schwefel-saures Eisenoxyd (Berlinerblau) u. Anfangs ganz durchscheinend und homogen, werden diese Membranen bald undurchsichtig und lassen Partikelchen unterscheiden. Die gallertartige Form, welche schwefel-saure Thonerde annimmt, wenn sie mit Ammoniak gefällt wird, ferner die Verpflerde und Kiesel-fluorkalium, wenn man dasselbe aus kohlensau-rem Kali durch Kiesel-fluorwasserstoffsäure fällt, führte Harting später selbst auf die häutige zurück.

347. Die chemische Kraft wirkt in manchen Fällen mit einer unermesslichen Stärke. Die Bestandtheile von 1 Gramm Schießpulver in hohle eiserne Cylinder mit Schrauben eingeschlossen und der Glühhitze ausgesetzt, zersprengten diese und überwältigten dabei einen Widerstand, den Millionen Gramme durch Schwer- und Druckkraft nicht überwunden hätten. Durch chemische Kraft bringen die zar- testen Wurzeln in das festeste Gestein, sprengen Felsen und Mauern, Knollengewächse drängen Erbmassen zurück, werden die Säfte in den Bäumen mehrere hundert Fuß aufgetrieben.

348. Die Wahlverwandtschaftstheorie der ersten Decennien des 19. Jahrhunderts war aufgegeben worden, nachdem man die Erfahrung gemacht, daß die Elemente nur in Folge ihrer entgegengesetzten Qualitäten sich vereinen, mit gleichen Qualitäten sich aber abstoßen, und daß je stärker der Gegensatz, desto inniger die Kraftsphären der Atome ineinander greifen; Abstoßung tritt erst ein, wenn die Reactionen ein gewisses Maximum überschreiten.

349. Auf die Wahlverwandtschaftstheorie folgte die elektro-chemische von Davy und Berzelius, wonach die erste Ursache des chemischen Processes elektrische Anziehung sein sollte. Nach

der Volta'schen Contacttheorie werden Zink und Kupfer, welche sich berühren, entgegengesetzt elektrisch; die elektrochemische Theorie dehnte dieses auf alle Elementarstoffe aus und läßt die Atome zweier Elemente, wenn sie sich berühren, entgegengesetzt elektrisch werden. Berzelius stellte hiernach die bekannte elektrische Reihe auf, die mit dem Sauerstoff, als dem negativsten elektrischen Element, beginnt, und mit dem Kalium, dem positivsten elektrischen, schließt. Nach dieser Theorie sind die Atome nicht für sich schon elektrisch, sondern werden es erst durch die Berührung und können (die Endpunkte ausgenommen), nachdem ihnen dieses oder ein anderes Element gegenüber tritt, + oder — elektrisch werden. Von zusammengesetzten Verbindungen sind die Salzbasen +, die Säuren — elektrisch. Je negativer, desto stärker ist die Säure, die Schwefelsäure daher die stärkste; je näher dem + Pol, desto stärker ist die Base, Kali daher die stärkste von allen.

350. Die elektrochemische Theorie mußte nach Laurent's, Gerhardt's u. A. Kritik aufgegeben werden, da sie besonders die Probleme der organischen Chemie („Chemie der Kohlenstoffverbindungen“) nicht zu erklären vermag. Bei wenig Grundstoffen zeigen die organischen Körper die größte Verschiedenheit. In elektrochemischer Hinsicht sehr verschiedene, in der Reihe weit auseinander stehende Elemente können sich nach ihren Aequivalentwerthen vertreten, ohne den wesentlichen Charakter der Verbindung zu ändern; das ist nach der elektrochemischen Theorie undenkbar. — Man nimmt an, daß eine wirkliche Vertretung eines Elementes durch das andere eintritt, wenn die Atome des letzteren an die Stelle der Atome des ersteren treten, und daß dann eine analoge Verbindung entsteht, mögen auch die beiden Elemente in der elektrischen Reihe weit auseinander stehen. Essigsäure z. B. ändert sich wenig, wenn an den Platz eines Theiles der Wasserstoffatome Chloratome treten. Dumas hat das mit der Isomorphie verglichen.

351. Nach der Verzichtleistung auf die Theorie von Berzelius müssen auch die chemischen Formeln geändert werden, und man bedarf für manche Verbindungen mehrere Formeln. Man kann Formeln für die Reaction und für die Constitution aufstellen; die letzteren, an welche man aber zur Zeit noch kaum denken

darf, würden die Gruppierung der Atome in einer Verbindung darstellen.

352. Die in neuester Zeit aufgestellte Typentheorie betrachtet eine Verbindung als ein Ganzes, führt sie nicht, wie die gewöhnliche dualistische Chemie, auf zwei oder mehrere unter sich näher verbundene Bestandtheile zurück. Demgemäß drücken auch ihre Formeln ein Ganzes aus, sind unitarisch, abgeleitet von einer Vergleichseinheit, während die gewöhnlichen Formeln dualistische sind. Die Typentheorie schreibt die Formel des Wassers $\left. \begin{smallmatrix} H \\ H \end{smallmatrix} \right\} O_2$, die dualistische Chemie HO ; erstere drückt Kalihydrat durch folgende Formel aus: $\left. \begin{smallmatrix} K \\ H \end{smallmatrix} \right\} O_2$, die zweite schreibt KO, HO .

353. Mohr will die chemische Affinität auf die allgemeine Grundkraft der Bewegung zurückführen und auf die Lehre von der Erhaltung der Kraft, indem er den chemischen Proceß mit der Wärme in Beziehung bringt. Chemische Affinität ist ihm eine besondere Art lebender Kraft, die dem wägbaren Substrat anhaftet. . . . „Die bei der Vereinigung zweier Körper auftretende Wärme, Licht und Electricität waren ursprünglich in diesen Körpern vorhanden, sind durch den Vereinigungsact ausgetreten, und dieser Verlust erklärt die chemische Verschiedenheit und Verbindung von ihren Bestandtheilen; zugleich enthalten sie ein Maß der chemischen Affinität.“ . . . „Die Dissociation ist der entgegengesetzte Vorgang der chemischen Vereinigung, wobei der gasförmige Körper seine Molecularwärme wieder aufnimmt, die er bei der Vereinigung verloren hat.“ In der galvanischen Kette erscheint die austretende Molecularkraft nicht unmittelbar als Wärme, sondern als strömende Electricität.*)

*) Mohr, mechanische Theorie der chemischen Affinität, Braunschw. 1868.

354. Man wollte schon die Atome als einfachste Wesen mit einfacher oder doppelter Geschlechtlichkeit ansehen, so daß in letzterem Fall jedes zugleich männlich und weiblich wäre. Der chemische Proceß soll durch die Electricität vermittelt und ein Geschlechtsact sein. Jedes Atom kann sich zu einem zweiten positiv oder männlich, zu einem dritten negativ oder weiblich verhalten; die Ausgleichung mit anderen kann einseitig, nur

theilweise befriedigend oder zweiseitig sein. Wie durch Berührung von Ei und Samen ein neuer Körper entsteht, so auch durch Berührung zweier Atome. Der verschiedene Grad der chemischen Heterogenität und der daraus resultirenden elektrischen Spannung werden durch die bekannte Reihe von Berzelius ausgedrückt. — Es ist vergeblich, die elektrischen Wirkungen in stets maßgebende Gesetze und mathematische Formeln einzwängen zu wollen, nach welchen sich Empfindungen und Begierden nicht immer nothwendig und stricte richten, „eben so wenig, wie die streng consequente Anwendung der Mathematik mit unseren eigenen Gefühlen, z. B. in der Musik, harmonirt“. (Moeller.)

355. Die atomistische Chemie hat es vor Allem mit der Bestimmung der Masse, des Gewichtes der Atome zu thun. Da man deren absolute Größe nicht kennt, so drückt man sie nach Dalton's Vorgang relativ durch das zur Einheit genommene Gewicht eines Wasserstoffatoms aus, als des kleinsten von allen. (Berzelius hatte das Gewicht eines Sauerstoffatoms gewählt, das man $= 100$ oder $= 10$ oder $= 1$ annahm.) Diese relative Bestimmung der Atomgröße wird empirisch hauptsächlich durch die Mischungsgewichte, d. h. durch die Gewichtsverhältnisse ermittelt, nach welchen sich die Stoffe verbinden. Aber die chemischen Operationen lehren nur die relativen Mengen der Bestandtheile einer Verbindung, nicht aber zugleich die Zahl von Atomen kennen, die miteinander vereinigt sind, und es bleibt daher unentschieden, ob das erforschte Mischungsgewicht einem oder mehreren Atomen entspricht, weshalb die verschiedenen Chemiker den Atomgewichten der Grundstoffe so verschiedene Werthe beilegen. Nachdem Viele, auf die vielleicht unbestimmbaren relativen Atomgewichte verzichtend, sich bloß an den ganz empirischen Begriff der Mischungsgewichte halten wollten, ist man in neuester Zeit doch wieder zu den Atomgewichten zurückgekehrt.

356. Zwei Hilfsmittel können es möglich machen, die relative Masse der Atome zu finden: nämlich die Bestimmung der Dichte im Gaszustande und in Verbindung damit die Bestimmung der Wärmecapacität. Gay-Lussac hat entdeckt, daß die Dichtigkeiten sowohl einfacher als zusammengesetzter Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur ihren empirisch ermittelten Mi-

schungsgewichten oder einfachen rationalen Vielfachen derselben proportional sind. Die Gase zeigen stets ein einfaches rationales Verhältniß ihres Volumens zu den Räumen, welche die Stoffe, aus denen sie entstanden, einnahmen. Nach Avogadro ist die Anzahl der Theilchen, in welche sich eine gasförmig werdende Substanz trennt, bei allen Gasen ohne Unterschied, wenn Druck und Temperatur gleich sind, gleich groß, weshalb sich alle Gase so gleich verhalten. Clausius hat aus physikalischen Gründen bei seinen Untersuchungen über die Wärme Avogadro's Hypothese für nothwendig erklärt.

357. Man ist von der Ansicht zurückgekommen, daß die Ausdehnung der Gase von einer wechselseitigen Abstoßung ihrer Moleküle herrühre; vielmehr scheint eine frühere Hypothese statthafter, welche auch Clausius angenommen hat: daß die Bildung und das Wesen der Gase darin beruht, daß die Bewegung der Wärme in ihnen so heftig wird, daß die einzelnen Moleküle in Schwingungen über die Anziehungssphären ihrer Nachbarn hinaus gerathen und nun mit einmal erhaltener Geschwindigkeit geradlinig sich fortbewegen, bis sie etwa an einem Hinderniß haften oder davon abprallen. Die ganze lebendige Kraft dieser Bewegung ist für gleiche Volumina der Gase gleich, wenn Druck und Temperatur gleich sind. Mit Beziehung von Avogadro's Hypothese ergibt sich als Resultat der Theorie von Clausius, „daß die Gleichheit der Temperatur zweier Gase darin besteht, daß der mittlere Werth der lebendigen Kraft, mit welcher sich die Moleküle geradlinig fortbewegen, in beiden derselbe ist, die mittleren Werthe der Geschwindigkeiten also sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzeln aus den Moleculargewichten.*)

*) Vergl. Meyer, die modernen Theorien der Chemie, Breslau 1864.

358. Nach der Voraussetzung, daß gleiche Volumina verschiedener Gase eine gleiche Zahl von Molekülen enthalten, kann man nun die relative Größe der Moleculargewichte aller Stoffe bestimmen, deren Dichte im gasförmigen Zustande durch Messung bekannt ist, und die Moleculargewichte sind also den Dichtigkeiten proportional. Setzt man das Moleculargewicht des Wasserstoffs = 2, so beträgt das des Chlors $70,92$, Jods $253,8$, Sauerstoffs 32 , Schwefels $64,16$, Stickstoffs $28,08$, Phosphors 124 , Quecksilbers

200,2. — Auch alle gasförmigen Verbindungen verschiedener Stoffe enthalten nach Avogadro im gleichen Raume genau so viel Moleküle wie jeder der gasförmigen Grundstoffe.

359. Dulong und Petit hatten schon 1819 die specifische Wärme von dreizehn Grundstoffen gemessen und gelangten zu der wichtigen Erkenntniß, daß die specifische Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional, daher der in der Gewichtseinheit enthaltenen Zahl von Atomen direct proportional sei. Sie stellten als allgemeines Gesetz auf, daß die Atome aller Grundstoffe genau dieselbe Wärmecapacität haben. Neumann zeigte 1831, daß auch äquivalenten Mengen analog zusammengesetzter Verbindungen gleiche Wärmecapacität zukommt, welche Gleichheit nicht etwa durch analoge Krystallform bedingt wird, indem z. B. auch Kalkspath und Aragonit dieselbe Wärmecapacität zeigen.

360. Avogadro und Regnault hatten dem Gesetz von Dulong und Petit nur eine bedingte Geltung zugesprochen. Später erkannte man immer deutlicher, daß die specifische Wärme eine veränderliche Größe sei, daß sie mit steigender Temperatur zunehme und nach dem Cohäsionszustande sehr verschieden sich verhalte. Beim Wasser ist sie doppelt so groß als beim Eis, in gehämmerten Metallen kleiner als in ausgeglühten; die Capacitäten des Kohlenstoffs als Diamant, Graphit und Kohle verhalten sich zueinander etwa $= 3 : 4 : 5$. Für die meisten Elementarstoffe ist aber jenes Gesetz gültig, nicht hingegen für Bor und Kohlenstoff, kaum für Silicium.

361. Ropp sucht diese Anomalieen daraus zu erklären, daß die sogen. Grundstoffe selbst Verbindungen und zwar Verbindungen verschiedener Ordnung seien, so daß Bor und Kohlenstoff, welche eine kleinere Atomwärme zeigen, als das Gesetz erfordert, einfachere Verbindungen der wirklichen unbekannten Elemente, die mit größerer hingegen complicirtere Verbindungen seien. So viel steht fest, daß die Wärmecapacität allein zur Bestimmung der Atomgröße nicht hinreicht. Doch ist die Einsicht gewonnen, daß auch die Moleküle der wirklichen anerkannten Verbindungen ziemlich dieselbe Wärmecapacität haben, wie sie den einzelnen Atomen der sie constituirenden Stoffe zukommt.

362. Avogadro's Hypothese hat jedenfalls den Weg zu
Bertz, die Natur im Lichte philos. Anschauung.

einer Statistik der Atome eröffnet, deren Grundlage die relativen Massen derselben, die Atomgewichte bilden, welche die Constanten der Theorie sind. Zunächst ist es aber nur möglich, die Größe der Moleküle, also der Atomgruppen, bei den gasförmigen Verbindungen zu bestimmen. Einige derselben bestehen nur aus zwei Grundstoffen, so daß sie von dem einen nur 1 Atom, von dem andern 2, 3, 4 enthalten. Chlornasserstoffgas besteht aus 1 At. Chlor und 1 At. Wasserstoff, Wasser aus 1 At. Wasserstoff, 2 At. Sauerstoff, Schwefelwasserstoff aus 1 At. Schwefel, 2 At. Wasserstoff, Ammoniak aus 1 At. Stickstoff und 3 At. Wasserstoff, Phosphorwasserstoff aus 1 At. Phosphor und 3 At. Wasserstoff, Grubengas aus 1 At. Kohlenstoff und 4 At. Wasserstoff, Chlorzinn aus 1 At. Zinn und 4 At. Chlor. Die drei ersten dieser Combinationen sind die sogen. Typen im Systeme Gerhardt's, des Gründers der gegenwärtigen chemischen Theorie; der erste heißt Typus der Salzsäure oder des Wasserstoffs, der zweite des Wassers, der dritte des Ammoniaks, der vierte von Kekulé zugefügte Typus des Grubengases. Diese Typen bilden die Schablonen für die Classification aller chemischen Verbindungen. Chlor, Brom, Jod und Wasserstoff bilden die Verbindungen des ersten Typus; Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel, Selen, Tellur, Quecksilber die des zweiten; Stickstoff, Wasserstoff, Phosphor, Chlor, Arsen, Jod, Antimon, Wismuth, Fluor die des dritten; Kohlenstoff, Wasserstoff, Chlor, Fluor, Silicium, Titan, Zirkon, Zinn die des vierten. Die Atome jener Elemente, welche Verbindungen nach dem zweiten, dritten, vierten Typus eingehen, müssen eine doppelte, dreifache, vierfache Sättigungscapazität im Vergleich mit dem ersten Typus haben. Der Typus ist abhängig von der Natur der in den Verbindungen enthaltenen Atome, und er erhält sich, so lange das den Typus bestimmende Atom in der Verbindung bleibt, und geht verloren mit dem Austritt desselben.

363. Die sogen. zusammengesetzten Radicale wurden schon von Lavoisier angenommen; sie entsprechen ziemlich den „résidus“ (Resten) von Gerhardt und den „unvollständigen Molekülen“ von Wislicenus, und es verhalten sich diese unvollständig gesättigten Moleküle wirklich wie einfache Atome

Im Entstehen einer Verbindung, im „Status nascendi“, hat jedes Atom oder Radical eine ganz außerordentliche Affinitätskraft, die bei der Verbindung mit einem andern eben so ungesättigten Atom oder Molekül erlöscht.

364. Die chemische Affinität der Atome bewirkt den innern Zusammenhang der Verbindungen. Die einzelnen Atome werden aber in diesen nicht dadurch erhalten, daß jedes die Anziehung aller oder doch der meisten übrigen erführe und dadurch in seiner Lage erhalten würde, sondern jedes Atom hängt mit dem nächsten wie ein Kettenglied zusammen. Einwerthige Atome sind die, welche bildlich zu sprechen nur einen einzigen Hafen haben, daher nur mit einem einzigen andern Atom zusammenhängen können. Ist dieses ebenfalls einwerthig, so entsteht ein aus 2 Atomen bestehendes, nicht weiter in seiner Atomzahl vermehrbares Molekül. Mehrwerthige Atome haben mehrere Häfen und können sich daher mit mehreren anderen verbinden, indem sie zur Sättigung einer Affinität nur einen Hafen verbrauchen, wie dieses besonders in den sogen. Kohlenstoff- oder organischen Verbindungen der Fall ist. Drei- und vierwerthige Atome können Moleküle erzeugen, die aus sehr zahlreichen Atomen bestehen und nicht nur einfache oder verästelte Ketten, sondern gleichsam Netze untereinander verbundener Atome darstellen. So die Radicale der Benzolverbindungen und der Proteinstoffe.

365. Daß gewisse Atome nur ein zweites, andere 2, 3, 4 zu binden vermögen, daß z. B. ein Aequivalent Salpetersäure nur 1, ein Aequivalent Phosphorsäure aber 2 oder 3 Aequivalente Kali zu sättigen vermag, kann darin beruhen, daß das eine oder die mehreren hinzutretenden Atome die Wirkungssphäre schon vollständig erfüllen, oder daß die Atome durch die Verbindung die Fähigkeit zu weiteren Verbindungen in schwächerem oder höherem Grade verlieren. Man sieht aber wohl, daß diese Vorstellungen nur Umschreibungen der Erscheinung sind. Die Wissenschaft kann fast nirgends Urphänomene erklären; die Chemie hat speciell die Aufgabe, für jede Verbindung die Art, Zahl und Anordnung der Atome aufzufinden und in rationellen Formeln auszudrücken. Namentlich sucht man in der Anordnung der Atome den Grund, warum isomere Substanzen, z. B. Alkohol

und Methyhläther ungeachtet der Gleichheit ihrer Bestandtheile so verschieden sich erweisen.

366. Bei manchen Zersetzungen treten wahrscheinlich an verschiedenen Stellen der Moleküle Atome oder Atomgruppen aus und verbinden sich untereinander oder mit anderen Molekülen. Schieben sich Atomgruppen in ein Molekül ein, so müssen sie nothwendig den ursprünglichen Zusammenhang der Atome ändern; so entsteht aus Kohlenoxyd und Kalihydrat ameisensaures Salz.

367. Die Hypothese Avogadro's gestattet eine Anwendung auch auf die nicht gasförmigen Verbindungen und ihre Elemente. Hierzu ist nöthig, für die nach dem Gesetz von Dulong und Petit bestimmten Atomgewichte der Grundstoffe stöchiometrisch zu bestimmen, mit wie vielen Atomen einfacher Sättigungscapacität sie sich vereinen und hieraus zu schließen auf ihre eigene Sättigungscapacität. Dann kann man mittelst Anwendung der für die Constitution der Verbindungen gasförmiger Körper geltenden Gesetze auch die nähere Zusammensetzung der festen und flüssigen Verbindungen enträthseln. — Eine Anzahl von Verbindungen, wahrscheinlich z. B. die Ammoniaksalze, zerfallen beim Uebergang in den Gaszustand in ihre näheren Bestandtheile. Namentlich thun dieses aber Verbindungen, welche an der Stelle einwerthiger einfacher Atome einwerthige zusammengesetzte Radicale in sich schließen.

368. Man kennt zahlreiche Verbindungen vom Typus des Salmiaks, die aus 1 Atom Stickstoff, Phosphor, Arsen oder Antimon und aus 5 einwerthigen Atomen oder Radicalen bestehen. Aus diesem Grunde hat Couper dem Stickstoff und den ihm verwandten Grundstoffen, zu denen Wismuth, wahrscheinlich auch Bor, vielleicht selbst Gold gehören, eine fünffache Sättigungscapacität zugeschrieben.

369. Man kann nicht daran zweifeln, daß die verschiedenen Affinitäten desselben Atoms ungleich groß seien. Man kennt z. B. zwei isomere, in ihren Eigenschaften verschiedene Verbindungen der Formel $\text{CH}_3 \text{Cl}$, indem es darauf ankommt, welche der vier Verwandtschaften des Kohlenstoffatoms durch Chlor und welche durch Wasserstoff gesättigt wird. Das Dimethyl und der

von ihm verschiedene Aethylwasserstoff haben beide die Formel $C_2 H_6$. Manche Affinitäten mögen wegen ihrer Schwäche nur unter besonderen Umständen wirksam werden.

370. In sehr zahlreichen Fällen findet eine Verbindung zwischen in sich geschlossenen, disponibler Affinitäten entbehrenden Molekülen statt, so bei allen Stoffen, welche Krystallwasser binden können. Wahrscheinlich geschieht dieses, wie schon Berthollet dachte, durch die Cohäsionskraft. Es ist wohl möglich, daß das Krystallisiren mit und ohne Krystallwasser, die Bildung von Doppelsalzen durch Verbindung verschiedener in sich geschlossener Moleküle, die Verbindungen nach dem Typus des Salmiaks nicht, wie die eigentlich chemischen, durch kettenartige Aneinanderreihung der Atome, sondern durch deren vereinigte, noch über die Moleküle hinaus wirkende Anziehung entstehen.

371. Es ist möglich, daß unter sich zusammenhängende Gruppen von Molekülen wieder größere Ganze bilden. Man will dieses bei Stoffen annehmen, die vor dem Schmelzen erweichen, dann bei den zwischen fest und flüssig mitten inne stehenden der Aufquellung fähigen Geweben der Thierkörper, dann bei gewissen Stoffen, die sehr schwer durch poröse Häute diffundiren. Es kann aber auch Verbindungen geben, bei welchen eine Abgrenzung in Moleküle gar nicht stattfindet.

372. Die regelmäßigen Verhältnisse zwischen den Atomgewichten haben die Vorstellung erweckt, daß die sogen. Atome selbst keine einfachen Körper, sondern Gruppen von solchen seien. Deshalb zeigen die Atomgewichte mancher Gruppen nahe verwandter Elemente ganz analoge Beziehungen, wie die Moleculargewichte mancher Gruppen organischer Verbindung. So ergaben sich manche der sogen. Atome als Verbindungen solcher und als zusammengesetzte Radicale. — Obschon die Hypothesen von Avogadro über die Moleculargröße der Gase und die von Dulong und Petit über die Wärmecapacität der Atome für die Theorie der atomistischen Statik von hohem Werthe sind, so haben sie doch keine allgemeine Anerkennung gefunden, werden sogar von sehr vielen Chemikern ignorirt.

373. Die physikalischen Erscheinungen der Gase beruhen wesentlich auf der geradlinig fortschreitenden Bewegung ihrer

Moleküle, welche durch deren Masse und die Temperatur bestimmt wird, demnach der absoluten Temperatur und der Quadratwurzel aus dem Moleculargewicht proportional ist, so daß für gleiche Temperatur sich die Geschwindigkeiten der Moleküle zweier Gase wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten verhalten. Nur die Verdichtung (Spannung) der Dämpfe hängt von der gegenseitigen Anziehung der Moleküle, ihren Kräften und der Anordnung ihrer Atome ab. Hingegen bei den flüssigen und festen Stoffen hängen die physikalischen Eigenschaften wesentlich von der Anordnung der Atome in den Molekülen ab, worauf auch die Erscheinungen beim Isomorphismus und Polymorphismus beruhen.

374. Die chemischen Eigenschaften der Verbindungen sind sowohl durch die Beschaffenheit als durch die Anordnung der kleinsten Bestandtheile bedingt. Aus letzterem Grunde geben isomere Verbindungen sehr oft verschiedene Zersetzungsproducte, weil dieselben Atome verschieden angeordnet sind, beim Zerreißen der Kette daher verschiedene Atomgruppen ausfallen. Dann werden die Affinitäten der Atome auch durch die Natur der Nachbaratome modificirt, wie sich besonders in den elektrochemischen Erscheinungen zeigt. Eine Vereinigung von Atomen oder Radicalen elektropositiven Charakters wird mehr Affinität für solche von negativem Charakter und umgekehrt haben. Wie sehr die Affinitäten durch den Einfluß der Nachbaratome bestimmt werden, zeigt sich auf das deutlichste in der Abhängigkeit der Sättigungscapacität der organischen Säuren von der Art, wie die Sauerstoffatome in ihren Molekülen groupirt sind.

375. Ohne Zweifel hängen die verschiedenen Erscheinungsformen der Materie mit verschiedenen Zuständen und Bewegungen der Moleküle zusammen, welche die Aggregatzustände, Schmelzen und Erstarren, Verdichtung und Verdünnung, Spannung der Dämpfe, Diffusion, Absorption, Lösung und Krystallisation bezingen, ebenso alle chemischelektrischen Phänomene.

376. Berthollet versuchte schon im Anfang dieses Jahrhunderts auf die chemischen Erscheinungen die allgemeinen Gesetze der Statik und Mechanik anzuwenden. Ohne Zweifel sind die Schwingungen jedes Atoms den Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung so bestimmt unterworfen als die Bewegungen der

Himmelskörper. Daß die Wirkungen der chemischen Verwandtschaft so viel verwickelter sind als die der Gravitation, rührt nach ihm nur daher, daß bei sehr geringen Entfernungen außer der Masse und Entfernung der Körper auch die Gestalt, die Abstände und Zustände der Moleküle wirken. Seine chemische Statik und Mechanik ist in Folge der von Dalton begründeten Atomenlehre zur Lehre vom Gleichgewicht und der Bewegung der Atome und Moleküle geworden.

377. „Die gegenwärtige Chemie beschäftigt sich vorzüglich zu ermitteln, wie die Elemente in chemische Verbindungen zusammengeordnet, und welches die Vorbilder oder Typen seien, nach welchen die Natur ihre chemischen Gehäuse aufbaut. . . . Die Vorgänge und Veränderungen in den Elementen bei ihrer Verbindung oder Trennung werden die Aufgabe der Chemie in einer nicht fernen Zukunft sein.“ Schönbein.

378. Die Chemiker sind der Ansicht, daß das Wesen des chemischen Processes unerklärbar sei. „Man wird nie ein anderes als empirisches Band finden zwischen den Körpern, welche erzeugen, aus welchen erzeugt wird und welche erzeugt werden; man wird nie wissen, warum diese Stoffe diese Producte und jene andere liefern.“ (Mulder.) „Weber die Annahme einer chemischen Affinität noch die elektrische Anziehung oder Abstoßung erklärt die Thatsachen; wir wissen nicht, was Chemismus ist, warum sich die Stoffe verbinden.“ (Schönbein.) Derselbe meint, die chemische Wirksamkeit der Körper werde weniger durch stoffliche Unterschiede als durch gegensätzliche Zustände bedingt.

379. Die Naturphilosophie muß vor Allem die Annahme einer bestimmten Anzahl unabänderlicher fixirter Grundstoffe ablehnen und dieselbe nur im zeitlichen Standpunct der empirischen Wissenschaft begründet, daher für vergänglich ansehen. Für sie gibt es ursprünglich nur einen einzigen Grundstoff und dabei nicht einige sechzig oder siebzig, sondern unzählige Materien, so viele als Arten von Körpern vorhanden sind. Man kann nicht behaupten, denselben Stoff vor sich zu haben, wenn keine der Eigenschaften desselben mehr existirt und die sogen. Elemente erst dann wieder hervortreten, wenn die Körper, welche sie bildeten, als solche zerfällt sind. Man kann z. B. nicht behaupten, daß in chemischen

Auflösungen oder in Krystallen Wasser im flüssigen Zustande oder als Eis vorhanden sei. Es ist in ihnen nicht mehr Wasser da, sondern es kann solches nur unter gewissen Umständen wieder entstehen. — v. Waltenhofen hält den Stickstoff für einen zusammengesetzten Körper; Breithaupt glaubt dasselbe vom Kalium; Mitscherlich hielt auf Grund der verschiedenen Spectra das Jod für zusammengesetzt. Er habe, sagt er, solche verschiedenartigen Spectra bei fast allen Metalloiden gefunden und müsse sie als zusammengesetzte Körper ansehen (1866).

380. Die empirische Wissenschaft ist selbst zu Erkenntnissen gelangt, welche es wahrscheinlich machen, daß die chemischen Atome keine untheilbaren, sondern theilbare Größen, und daß die sogen. Elemente zusammengesetzte Materien seien. Es zeigen nämlich die Atomgewichte gewisser unter sich näher verwandter Gruppen der sogen. Grundstoffe ganz ähnliche Beziehungen untereinander, wie die Moleculargewichte gewisser Reihen organischer Verbindungen von analoger Art, was den Gedanken erweckt hat, daß die sogen. Atome selbst wieder keine untheilbaren Größen, sondern Vereinigungen von Atomen, Moleküle seien. (So zeigen die Atomgewichte von Lithium, Natrium und Kalium ganz ähnliche Differenzen unter sich, wie die Moleculargewichte des Holzgeistes, Weingeistes und Propylgeistes oder die Gewichte der Radicale von Methyl, Aethyl und Propyl.)

381. Karsten*) bemerkt sehr richtig, daß durch Identificirung der Mischungsgewichte mit den Atomgewichten man den Weg der Erfahrung verlassen und dem chemischen Proceß eine unzulässige Deutung gegeben habe. „Das Mischungsverhältniß ist nur das quantitative Verhältniß, in welchem sich die heterogenen Körper vereinen, also ganz übereinstimmend mit den Verbindungsverhältnissen. Für die atomistische Ansicht wird aber das Mischungsgewicht eines Körpers auf seine in Atomen ausgedrückte Körperlichkeit bezogen und dabei angenommen, daß das gefundene Gewicht dem Gewicht eines einfachen, doppelten, dreifachen zc. Atoms gleichzusetzen sei, so daß Äquivalente, Mischungsgewichte und Atomgewichte gleichbedeutende Ausdrücke sind. Richtig ist dabei nur das Gewichtsverhältniß der Körper in den zusammengesetzten Verbindungen; ob das Gewicht aber auf einfache,

doppelte zc. Körperatome zu beziehen sei, ist ganz hypothetisch und conventionell.“ Ueberhaupt ist die Hypothese von Atomgewichten nur aus dem Neutralitätszustand der Säuren und Basen entnommen.

*) Philosophie der Chemie. Berlin, 1843.

382. Wir haben in der Natur lauter bestimmte Körper vor uns, und keinen andern Begriff von der Materie, als ihn die Körper zeigen. Wenn die Chemie in den Körpern nichts als die Bestandtheile derselben sieht, so entgeht ihr das Ganze, welches die Hauptsache ist und sich in der Physiognomie der Dinge ausdrückt, die nicht bloß chemisch und anatomisch, sondern mit dem Geiste zu erfassen ist. — Es gibt so viele verschiedene Arten von Materien als es Arten von Körpern gibt, und ein Organismus ist nach dieser Seite eigentlich nur eine Art der Materie. Ein Theil der Körperarten existirt in geschlossener Individualität (Weltkörper, Krystalle, Organismen), die anderen in ungeschlossener als sogen. Substanzen.

383. Bei den organischen Wesen bestimmt offenbar nicht die chemische Zusammensetzung deren specifische Natur, und die größten Autoritäten, unter ihnen Liebig, sind der Ansicht, daß diese nicht aus chemischen und physikalischen Verhältnissen erklärbar sei, sondern ein unbekanntes Etwas, was man Lebenskraft nennt, erfordert. Ähnliches gilt auch für die unorganischen Wesen, die nicht als Producte ihrer vermeintlichen Bestandtheile vorgestellt werden dürfen, sondern als Bildungen, welche nach ihrer specifischen Natur diese oder jene materielle Artung zeigen. Nur scheinbar spricht dagegen, daß man bestimmte unorganische Körper erhält, wenn man andere in diesem oder jenem Verhältniß mischt oder sie in ihrer bestimmten Existenz zerstört. Daß überhaupt hiezu gewisse Substanzen sich in einem bestimmten Verhältniß verbinden, lehrt auch hier, daß das scheinbare Product — welches in das große Ganze eingreift, — schon vorausgesehen, voraus combinirt ist. Das Erzeugende ist dabei eben so die der Natur immanente Kraft, wie bei der Erzeugung von Jungen, welche neben der Ähnlichkeit mit den Eltern zugleich eine eigenthümliche Beschaffenheit zeigen. Und so wenig die Bastarde und

ihre Nachkommenschaft eine bleibende und kräftige Existenz haben, so wenig erhalten viele Erzeugnisse unserer Laboratorien eine solche.

384. Es gibt also ein Reich unorganischer Körper, wie es ein Reich organischer gibt. Hier wie dort stehen äußere Gestalt, Cohäsion, specifische Wärme und specifisches Gewicht in nothwendigem Zusammenhang und alle stehen und fallen miteinander. Chemische Differenz der Stoffe an sich kann nicht den Grund der physikalischen Eigenschaften dieser Körper enthalten, denn die Stoffe sind ja in ihnen mit ihrer Entstehung aufgehoben.

385. Karsten, welcher der dynamischen Ansicht von der Materie zugethan ist, will ihr eine organisirende Kraft zuschreiben, welche mit dem chemischen Proceß oft zugleich vorkommt, aber von ihm verschieden ist. Dieser ist nach ihm die Auflösung, die Vereinigung heterogener Körper zu einer homogenen Flüssigkeit (ob schon chemische Wirkung nicht nothwendig immer eine Flüssigkeit geben muß.) Das Heterogenwerden der flüssigen Mischung durch Entstehung bestimmter Arten chemischer Körper sei Wirkung jener organisirenden Kraft. Beim Heterogenwerden wird die chemische Verbindung aufgehoben, indem sich ein einfacher oder zusammengesetzter Körper absondert, der eine bestimmte Art bildet. Dieß erfolgt nicht durch chemischen Proceß, sondern durch die bildende Thätigkeit des Körpers selbst, welche sich als Cohäsionskraft kund gibt und der das bestimmte Mischungsverhältniß der sich aussondernden Art zuzuschreiben ist, deren particulare Beschaffenheit und chemische Reaction durchaus nicht in der Zusammensetzung der Mischung begründet sein kann.

386. Die Isomerie beruht in verschiedenen Verdichtungsständen sonst chemisch gleicher Körper. Die Atomlehre kann nicht erklären, daß zwei chemisch gleiche Körper sich doch chemisch und physikalisch ungleich verhalten. Es ist also Continuität der Materie in den sich bildenden Arten von Körpern da und diese Arten sind nicht durch die zufällige chemische Mischung der Flüssigkeit, aus welcher sie entstehen, absolut bestimmt und ihr physikalisches und chemisches Verhalten hängt von der Cohäsions- oder organisirenden Kraft der Körper selbst ab. Neben der Cohäsionskraft noch chemische Affinität zu Hilfe zu nehmen, meint Karsten, sei überflüssig. „Die Absonderung der Art kann nicht

die Wirkung einer Verwandtschaftskraft sein, sondern ist die Wirkung einer eigenthümlich bildenden Thätigkeit der Materie, welche der Kraft entgegenwirkt, die die chemische Verbindung zusammenhält." . . . „Die organisirende Kraft der Pflanzen und Thiere kommt im Reich der Stoffe in der einfachen Form als Cohäsion zur Erscheinung.“ — Die sogen. chemischen Elemente sieht K. als eben so viele „bestimmte Arten“ an; die zusammengesetzten Verbindungen bilden nur dann bestimmte Arten, wenn ihre Bestandtheile ein festes und unveränderliches Verhältniß zeigen. Der letzte Grund der chemischen Erscheinungen sind nach ihm bewegende Kräfte.

387. Die allerdings nur empirische Eintheilung der sogen. Elemente in Nichtmetalle, Metalloide und Metalle gewährt doch eine übersichtliche Anschauung, obschon die Grenzen nicht scharf sind. So findet von den Metalloiden, zu welchen Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Arsen, Bor und Silicium gehören, durch Wasserstoff und Arsen ein Uebergang zum Antimon statt, welches zu den Metallen gehört. Iod, Selen, Tellur, Arsen haben Metallglanz, obschon sie keine Metalle sind. Nichtmetalle sind Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen und Tellur; so bleiben nach Abzug der 8 Nichtmetalle und 7 Metalloide 51 Metalle übrig.

388. Der Sauerstoff, mit Stickstoff die Luft, mit Wasserstoff das Wasser, mit anderen Substanzen zahlreiche Oxyde und Säuren in der unorganischen und organischen Natur bildend, ist ein Gas ohne Geruch, Geschmack und Farbe, von dem ein Liter 1,4298 Gramm wiegt. Er unterhält die Verbrennung und das organische Leben und kann durch Polarisation in zwei Modificationen, als Ozon, negativer Sauerstoff, und Antozon, positiver Sauerstoff auftreten; beide aufeinander wirkend geben durch Depolarisation wieder den gewöhnlichen indifferenten Sauerstoff. Die Polarisation erfolgt durch Electricität, Oxydation von Phosphor, Terpentinöl, Verbrennung von Wasserstoff, Aether, organischen Substanzen. Ozon und Antozon sind farblose Gase; das Ozon bildet nach Bouzeau einen constanten, doch nur sehr geringen Bestandtheil der Atmosphäre, der, nach Zeit und Ort wechselnd, im Allge-

meinen in der kälteren Jahreszeit größer ist. In größerer Menge eingeathmet, bewirkt es Reizung und Entzündung der Schleimhäute und wirkt vielleicht zu den katarrhalischen Affectionen der Luftwege mit, die im Winter so häufig sind. Andererseits zerstört es die Miasmen, die sich bei der Fäulniß und Verwesung entwickeln, und das Leben der mikroskopischen Pilze, die so vielerlei Krankheiten erzeugen. (Auch lebende Pflanzen welche ätherische Oele bilden, erzeugen nach Schär Ozon.) Das Antozon stellt mit Wasserdampf die Wolken, den Höhenrauch, Tabakrauch dar. „Die Moleküle des gewöhnlichen Sauerstoffes sind zweiatomig und enthalten je ein elektro-positives und ein elektro-negatives Atom. Der active Sauerstoff besteht aus ungepaarten Atomen, welche entweder frei oder lose gebunden sein können, und je nachdem diese Atome elektro-negativ oder elektro-positiv sind, bilden sie Ozon oder Antozon.“ (Clausius. *) Der einzige Körper, mit dem der Sauerstoff sich nicht verbindet, ist das Fluor; Chlor, Brom, Jod, Platin, Gold, Silber verbinden sich nicht direct mit ihm, was alle übrigen Elemente thun, manche unter Feuererscheinung. Die Verbindungen sind mehr oder weniger fest, können zum Theil durch Wasserstoff reducirt werden und manche zerfallen sogar schon bei höherer Temperatur. — Bei der Verbrennung wird wahrscheinlich der Sauerstoff in seine beiden thätigen Modificationen gespalten. Außer dem Sauerstoff können Verbrennung unterhalten, sind Combustoren: Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Phosphor, Arsen, Selen, Tellur; alle übrigen Elemente sind combustible Körper.

*) Abhandlung über die mechan. Wärmetheorie, 2. Abth. (1867), S. 345.

389. Der Wasserstoff, ebenfalls ein geruch-, geschmack- und farbloses Gas, $14\frac{1}{2}$ mal leichter als die Luft, findet sich zu 11 Procent mit Sauerstoff verbunden im Wasser, in der Salzsäure und im Schwefelwasserstoff, in den fossilen Kohlen und fast allen organischen Stoffen, dann in den Photosphären der Sonne und der Fixsterne, namentlich derer mit weißem und bläulichem Licht. Das Wasser ist ein sogen. amphoterer Körper, kann nämlich bald als Säure, bald als Base auftreten. Bei der Verbindung mit Schwefelsäure spielt es die Rolle einer Base, mit Kalkerde die einer Säure. Solche Verbindungen nennt man

Hydrate. In seiner Verbindung mit Salzen als sogenanntes Krystallwasser verhält es sich weder als Säure noch als Base und ist nicht etwa erstarrt, als Eis in der Verbindung, sondern hat mit dem Salze einen neuen homogenen Körper gebildet und kann erst bei dessen Vernichtung wieder als Wasser erscheinen. Dem Wasser allein ist eigenthümlich, ein Dichtigkeitsmaximum zu haben, und zwar bei 4° C.; bei weiterer Erkaltung dehnt es sich wieder aus, sei es noch flüssig oder schon Eis. Das specifische Gewicht des Eises, das sich gewöhnlich bei 0° C. bildet und einen größern Raum einnimmt als das Wasser, verhält sich zu dem specifischen Gewicht des letzteren wie 916 zu 1000. Eis stark zusammengebrückt gibt wieder Wasser.

390. Iod, in der Natur sehr allgemein, obschon in geringer Menge vorkommend, findet sich doch nie frei, sondern an Magnesium, Natrium, Chlor gebunden in den Organismen des Meeres und Süßwassers, in den meisten Gewässern, im Mineralreich als Jodsilber. Es erscheint in bläulich schwarzen, metallglänzenden, krystallinischen Schuppen, gibt beim Erhitzen violette Dämpfe und zerstört organische Substanzen. Es verbindet sich mit mancherlei Metallen, dem Sauerstoff und Wasserstoff. Das Fluor, ein farbloses Gas, zerlegt das Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur. Mit Calcium, Aluminium, Silicium verbunden, stellt es verschiedene Mineralien dar (Flußpath, Topas etc.) Es findet sich im Meerwasser und vielen Mineralwässern, in den Pflanzen, in den Knochen und im Schmelz der Zähne. Der Phosphor vereinigt mit seinen eigenthümlichen Charakteren solche des Schwefels, Arsens und Stickstoffes und kommt nie frei, sondern gewöhnlich mit Sauerstoff als Phosphorsäure vor, die einen Bestandtheil vieler Mineralien bildet und sich daher auch im Humus findet, der zum Theil durch die Verwitterung der Gesteine entsteht. Von da gelangt sie in die Pflanzen und Thiere und bildet im obersten Thierkreise mit Kalk das Skelet. Der gewöhnliche krystallisirte Phosphor erscheint als fester, durchscheinender, schwach gelblicher Körper, der an der Luft Antozonnebel bildet, die im Dunkeln leuchten. Er kommt auch als rother amorpher Phosphor vor. Er verbindet sich mit Sauerstoff und Wasserstoff je in drei verschiedenen Verhältnissen, außerdem auch mit Schwefel und

Stickstoff. — Die Irrlichter, welche man wie manches andere wirklich Existirende leugnen wollte, entstehen vermuthlich durch Verwesung auf kaltem Wege. Man kann heiße, zündende und kalte unterscheiden; wenigstens erstere scheinen aus brennendem Phosphorwasserstoffgas zu bestehen, die letzteren vielleicht aus phosphorisch leuchtenden Dünsten. (Trommsdorff.)

391. Das Arsen kommt gebiegen vor als sogen. Scherbenkobaalt oder Fliegenstein, außerdem mit Schwefel und Metallen verbunden. Es hat zwar im gebiegenen Zustand Metallglanz, aber ähnelt im chemischen Verhalten dem Stickstoff und Phosphor, gehört daher zu den Nichtmetallen. Giftig wird das Arsen erst durch Oxydation. Bei der Vergiftung mit arseniger Säure (weißem Arsenit, Rattenpulver) läßt man sogleich Eisenoxydhydrat (*Ferrum oxydatum hydricum*) eßlöffelweise verschlucken. Dadurch bildet sich eine in den Körperflüssigkeiten unlösliche Verbindung: arsenig-saures Eisenoxyd. Das Arsen verbindet sich mit vielerlei Basen, Chlor und Wasserstoff. Das Bor kommt in der Natur nie für sich vor, sondern stets mit Sauerstoff als Borsäure in mancherlei Mineralien, ist zunächst dem Kohlenstoff verwandt und erscheint wie dieser in drei verschiedenen Formen: in Krystallen von dem Glanze, dem Brechungsvermögen und der Härte des Diamants, graphitartig und amorph. Es verbindet sich mit Sauerstoff, Chlor, Fluor und Stickstoff. Auch das Silicium oder Kieselmetall findet sich nie rein, sondern mit Sauerstoff verbunden in unermesslicher Menge als Kieselsäure (Kieselerde) und bildet mit dem Kalk hauptsächlich die Erdrinde. Es ist dem Bor und Kohlenstoff zunächst verwandt und erscheint als braunes stark abfärbendes Pulver, auch krystallisirt. Die Kieselerde ist krystallisirt im Quarz, Bergkrystall, Amethyst, nicht krystallisirt in vielen anderen Mineralien und mit Basen verbunden in den sogen. Silicaten (Feldspath, Granat, auch Thonschiefer, Granit), in vielen Quellen, in den Panzern der Bacillarien, den Rinden der Schachtelhalme und Gräser, sehr selten im Thierreich.

392. Der Kohlenstoff, in allen organischen Verbindungen vorkommend, findet sich rein in dreierlei allotropischen Zuständen: als Diamant, Graphit und amorphe Kohle. Die Kohle, ein schwarzer Stoff ohne Form, Geschmack und Geruch,

der in Auflösungen alle Farb- und Riechstoffe an sich reißt, ohne sich chemisch mit ihnen zu verbinden, alle Gase in seine Poren aufnimmt und darin gefangen hält, in der größten Hitze unschmelzbar bleibt und sich nicht verflüchtigt, nur durch Verbrennen zu chemischer Verbindung gezwungen werden kann, erlangt im krystallisirten Zustand als Diamant bewundernswerthe Eigenschaften. Im Diamant ist der Kohlenstoff durchsichtig und isolirt die Electricität, in Graphit und Kohle ist er ein guter Leiter derselben wie die Metalle und undurchsichtig wie sie, und im Graphit auch metallglänzend. Mit dem Sauerstoff verbindet sich der Kohlenstoff zu Kohlenoxyd und Kohlensäure, mit dem Wasserstoff geht er zahlreiche Verbindungen ein, aber nur auf indirectem Wege, namentlich in der organischen Welt. Das Glah- oder Leuchtgas, das in der Natur nicht vorkommt, ist $C_4 H_4$.

393. Der Stickstoff, ein farb- und geruchloses Gas, das weder Verbrennung noch Athmung möglich macht, kommt in der atmosphärischen Luft, in den Pflanzen und Thierkörpern und wenigen Mineralien vor. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich in fünf Verhältnissen; die Salpetersäure enthält 14 Theile Stickstoff auf 40 Theile Sauerstoff. Die atmosphärische Luft ist keine chemische Verbindung, sondern ein Gemenge von 78,492 Stickstoff, 20,827 Sauerstoff, 0,840 Wassergas, 0,041 kohlensaurem Gas und sehr wenig Ammoniak, abgesehen von in der Luft schwebenden zufälligen Bestandtheilen. Ein kleiner Theil des Sauerstoffes bildet als Antozon Nebel und Wolken. Das Gewicht eines Liters Luft ist 1,29 Gramm; der mittlere Druck der Atmosphäre auf die Erde ist im Niveau des Meeres gleich dem Druck einer Quecksilbersäule von 760 MM. oder 28" Par. oder einer Wassersäule von 378". Den Druck einer Quecksilbersäule von 28" Par. nennt man eine Atmosphäre. Die Luft leitet Wärme und Electricität schlecht und löst sich im Wasser auf. Durch ihren Sauerstoff unterhält sie die Athmung und Verbrennung, durch ihre Kohlensäure den vegetativen Proceß, der einerseits wieder die Erhaltung ihrer Integrität bewirkt.

394. Der Schwefel findet sich rein und mit anderen Substanzen verbunden im Mineralreiche, (Gyps, Schwerspath, Schwefeleisen, Schwefelblei zc.), in den Proteinsubstanzen der Pflanzen

und Thiere, das ihm zunächst verwandte Selen kommt nur an einige Metalle gebunden vor, das Tellur sehr sparsam für sich oder in Verbindung mit Blei, Silber, Gold. Das Chlor, ein grüngelbes Gas, erstickend riechend und reizend schmedend, in größerer Menge eingeathmet tödtend, bei starkem Druck und Kälte zu einer grüngelblichen Flüssigkeit werdend, bleicht bekanntlich die Farbstoffe und zerstört Contagien und Miasmen. Mit Natrium bildet es das Kochsalz (Chlornatrium), außerdem kommt es an mancherlei andere Metallen und an Wasserstoff gebunden vor. Brom findet sich mit Magnesium und Natrium im Meerwasser, in vielen Salinen, den Seepflanzen und Seethieren und stellt schon bei gewöhnlicher Temperatur eine rothe Flüssigkeit dar.

395. Die Metalle zeichnen sich aus durch den eigenthümlichen Metallglanz, Undurchsichtigkeit, bedeutendes Vermögen, die Wärme und Elektricität zu leiten. Nur Gold und Silber sind in sehr dünnen Blättchen durchscheinend, alle anderen undurchsichtig. Lithium, Kalium, Natrium sind leichter als das Wasser, Platin mehr als 20 mal schwerer, die anderen halten die Mitte. Manche sind sehr streckbar und hämmerbar zugleich, wie Gold, Silber, Platin, Kupfer, andere sehr leicht ziehbar, wie Gold, Silber, Platin, Eisen, manche schwer hämmerbar, wie Zink, Eisen, Nickel. Vom Magnet werden nur gezogen Eisen, Nickel, Kobalt, Platin und Aluminium. Die Metalle leiten Wärme und Elektricität gut, obschon in sehr ungleichem Grade. Alle sind schmelzbar und die meisten bei sehr hohen Temperaturen flüchtig; Quecksilber, Radium, Zink verdunsten schon bei geringeren Wärmegraden, am feuerbeständigsten sind Gold, Kupfer und Nickel. Während Kalium und Natrium schon bei gewöhnlicher Temperatur Sauerstoff aus der Luft anziehen, oxydiren sich andere nur bei hohen Wärmegraden und Gold und Platin auch bei den höchsten nicht. Die Metalle verbinden sich untereinander oder mit den Metalloiden und zersetzen namentlich bei höherer Temperatur die Säuren. Mit Sauerstoff verbinden sich alle zu Oxyden, mit Schwefel die allermeisten, viele mit Phosphor, Arsen, Jod, Chlor, Kohle — wodurch große Reihen von Metalloxyden, Schwefel-, Phosphor- und Arsenmetallen, Carbureten, Jodüren, Bromüren,

Chlorüren entstehen. In der Natur kommen sie rein, „gebiegen“ vor, oder vererzt, d. h. mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Arsenit zc. verbunden.

396. Die einen Metalle absorbiren Sauerstoff bei der höchsten Temperatur und zersetzen das Wasser schon bei gewöhnlicher; so die sogen. Alkalimetalle, Natrium, Kalium, Rubidium, Caesium, Lithium, Thallium und die Metalle der alkalischen Erden, Barium, Strontium, Calcium. Andere absorbiren Sauerstoff bei der höchsten Temperatur, zersetzen aber das Wasser nur bei $+100^{\circ}$ und darüber, nur bei Gegenwart einer starken Säure auch bei niedriger Temperatur; so die Metalle der eigentlichen Erden, Magnesium, Aluminium, Beryllium, Yttrium, Terbium, Erbium, Thorium, Zirkonium, ferner das Lantan, Dytium, Cer und Mangan. Dann gibt es solche, welche Sauerstoff bei hoher Temperatur aufnehmen, aber das Wasser in der Rothglühhitze zersetzen, wie Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Cadmium, Chrom und Vanadin. Die folgenden unterscheiden sich nur dadurch von den eben genannten, daß sie das Wasser bei Gegenwart starker Säuren nicht zersetzen und daß ihre Verbindungen mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor zc. sich gewöhnlich als Säuren verhalten. Dieß ist der Fall bei Wolfram, Molybdän, Osmium, Ruthenium, Tantal, Niobium, Dianium, Titan, Zinn, Antimon und Uran. Bei Kupfer, Blei und Wismuth sind die Verbindungen mit Sauerstoff fast immer Basen, sie zersetzen das Wasser auch bei hoher Temperatur nur sehr schwach. Endlich gibt es Metalle, deren Oxyde schon durch Wärme reducirbar sind und welche (das Silber ausgenommen) das Wasser bei keiner Temperatur zersetzen. So Quecksilber, Silber, Palladium, Platin, Rhodium, Ruthenium, Iridium, Gold.

397. Die sogen. leichten Metalle, ungemein geneigt, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden und ihm als Basen sich unterzustellen, bilden so die Erden und Steine. Viele dieser leichten Metalle sind spröde und chemisch leicht zu alteriren. Kalium oder Potassium kommt in der Natur nur mit Sauerstoff, Kieselsäure und Chlor verbunden vor und findet sich allgemein in den Pflanzen, in die es aus dem Boden gelangt, namentlich beim durch Verwitterung felspathiger Gesteine entstandenen. Es ist das elektroposi-

thteste Metall, zieht den Sauerstoff auf das heftigste an, zerlegt das Wasser unter Feuererscheinung. Es ist silberweiß, von 0,865 specifischem Gewicht. Mit einem Aequivalent Sauerstoff bildet es das Alkali oder Pflanzenlaugensalz; die Pottasche besteht vorzugsweise aus kohlensaurem Kali; der Salpeter ist salpetersaures Kali, das schwefelsaure Kali bildet mit schwefelsaurer Thonerde den Maun. Außerdem verbindet sich das Kali mit dem Chlor, Iod, Brom, Schwefel.

398. Auch das Natrium oder Nodium kommt nicht frei vor, sondern als Chlornatrium oder als Natriumoxyd (Natron) in verschiedenen Mineralien, mit Kohlensäure in der natürlichen Soda und in der Asche der Meerpflanzen 2c. Es ist nur wenig schwerer als das Kalium, dem es sehr ähnlich ist. Das Natron bildet mit Säuren die Natronsalze, so die Soda oder das kohlensaure Natron, das Glaubersalz oder schwefelsaure Natron, den Borax oder das borsaure Natron, das kiesel-saure Natron und das Glas. Das zweifach kohlensaure Natron dient zur Darstellung künstlicher Mineralwässer und bildet mit Weinsäure das Brausepulver. Das sogen. Wasserglas kann aus kohlensaurem Kali oder kiesel-saurem Natron dargestellt werden. Das gewöhnliche Glas ist ein durch Schmelzen gewonnenes amorphes Gemisch verschiedener kiesel-saurer Salze, besonders von kiesel-saurem Alkali und kiesel-saurem Kalk.

399. Das Ammonium, welches man noch nicht isolirt, sondern nur mit Quecksilber verbunden als Ammoniumamalgam darstellen konnte, besteht aus einem Aequivalent Stickstoff und vier Aequivalenten Wasserstoff und wird deswegen bei den Alkalimetallen betrachtet, weil es in all' seinen Verbindungen diesen am meisten ähnlich ist. Gleich dem Kalium nimmt es ein Aequivalent Sauerstoff auf und bildet das basische Ammoniumoxyd; der Salmiak oder das Chlorammonium ist dem Chlorkalium analog. Das Ammoniak, aus einem Aequivalent Stickstoff und drei Aequivalenten Wasserstoff bestehend, findet sich nicht frei, sondern an Chlornasserstoff gebunden als Salmiak, vulkanisches Sublimationsproduct. Auch bildet es sich bei allen Oxydationen unter gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Wasser, durch Fäulniß und auch in der Ausdünstung mancher Thiere und Pflanzen.

Es ist für sich ein farbloses Gas von stechendem Geruch, ägendem, stark alkalischem Geschmack, verwandelt sich durch Aufnahme eines Aequivalents Wasser in eine Base und bildet dann mit Kohlensäure, Salpetersäure und Schwefelsäure die Ammoniaksalze. Das anderthalbkohlensaure Ammon ist das sogen. Hirschhornsalz, das salzsaure Ammoniak oder Chlorammon ist der Salmiak zc.

400. Das Calcium ist ein hellgelbes glänzendes Metall von 1,55 specifischem Gewicht, welches sich bohren, schneiden, feilen, hämmern läßt, mit Wasser sich heftig erhitzt, Wasserstoff entwickelt und sich in Kalthydrat verwandelt, in der Rothglühhitze schmilzt und mit großem Glanz verbrennt. Mit Sauerstoff stellt es das Calciumoxyd und Calciumsuperoxyd dar. Ersteres, die Kalkerde oder der Kalk, kommt in der Natur in unermesslicher Menge vor, aber stets an Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure gebunden; im Thierreich bildet er meist das Skelet. Der gewöhnliche Kalkstein, welcher so viele Gebirge bildet, ist kohlensaurer Kalk, der gebrannt und mit Wasser befeuchtet das Kalthydrat, den sogen. gelöschten Kalk gibt; die Kreide ist erdiger kohlensaurer Kalk mit etwas Thon und Eisenoxydul, der Gyps ist schwefelsaurer Kalk, ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kalk mit Chlorcalcium stellt den sogen. Chlorkalk oder Bleichkalk dar. Das Fluorcalcium, Flußspath, findet sich auch in den Thierknochen und im Schmelz der Zähne.

401. Das Magnesium oder Lasterbemetall wiegt 1,75, ist silberweiß, stark glänzend, krystallinisch blätterig, hammerbar; an der Luft geglüht, verbrennt es mit ungemein blendendem weißem Licht zu Magnesia, Talk- oder Bittererde, die einzige Oxydationsstufe des Magnesiums, aus gleichen Aequivalenten Magnesium und Sauerstoff bestehend. Die Magnesia findet sich in der organischen und besonders der unorganischen Natur in Menge und stellt gereinigt ein weißes Pulver dar, das sich an der Luft in kohlensaure Magnesia verwandelt. Das sogen. Bittersalz ist schwefelsaure Magnesia, der Dolomit kohlensaure Kalk-Magnesia; Kieselsaure Verbindungen der Magnesia sind Speckstein, Talk, Meerschaum, Serpentin. Aluminium, Alaunbemetall, kommt in der Natur nur oxydirt vor. Rein wiegt es 2,5, ist weißlich zwischen Zinn und Zink, stark klingend, hammerbar bis zu den

blansten Blättchen und bildet mit Kupfer die jetzt vielfach verwendete Aluminiumbronze. Es gibt nur eine Oxydationsstufe: das Aluminiumoxyd oder die Thonerde, welche in reinem Zustand als Korund, Saphir und Rubin krystallisirt vorkommt, auch den Hauptbestandtheil des Diamantspathes und Smirgels bildet. Gegen starke Basen verhält sich die Thonerde als Säure und bildet mit ihnen die thonsauren Salze; solche sind z. B. Spinell, Chrysoberyll u. In anderen Fällen verhält sich die Thonerde als Base und bildet mit Säuren die Thonerdesalze: Alaun, Feldspath, ein Doppelsalz aus kiesel-saurer Thonerde und kiesel-saurem Kali bestehend, und dessen Verwitterungsproducte, die verschiedenen Thone, deren gewaltige Massen so viel zur Bildung der Erdrinde beitragen. Hieher auch die Porzellanerde und der plastische oder Töpferthon.

402. Das Mangan, Braunsteinmetall, kommt zwar sehr verbreitet, aber doch nur in geringer Menge vor, nie gebiegen, sondern immer oxydirt, in der Pflanzenasche, den Knochen, dem Blute, vielen Mineralien, (sogen. Manganerzen, wie Braunstein, Mangankiesel, Manganglanz), fast immer in der Gesellschaft des Eisens. Das Mangan, 7,138 und auch etwas darüber wiegend, ist röthlich weiß, spröde, ungemein hart und es wird von ihm kein Gebrauch gemacht. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich in sechserlei Verhältnissen. Das für die Erde am meisten charakteristische, zugleich das wichtigste Metall ist das Eisen, gebiegen im Meteoreisen vorkommend oder mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kiesel-säure zu Erzen verbunden, im rothen Farbstoff des Blutes, im Chlorophyll der Pflanzen zugegen. Es wiegt 7,8, ist sehr zäh, weich und wird in der Glühhitze noch weicher, so daß es sich in verschiedene Formen bringen, zuletzt zusammenschweißen läßt. Es schmilzt, wenn ganz rein, erst bei etwa 1500°. Es wird leicht magnetisch und verbindet sich mit den meisten Nichtmetallen, gewöhnlich unter Licht- und Wärmeentwicklung, mit dem Sauerstoff zu Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd, Eisenoxyd und Eisensäure. Der Magneteisenstein ist Eisenoxyduloxyd, der Eisenglanz Eisenoxyd, der Brauneisenstein Eisenoxydhydrat. Sehr leicht verbindet es sich mit Schwefel (Schwefelkiese), Chlor, Jod und Kohlenstoff (Roheisen, Stahl). Das Eisenoxyd bildet mit Säuren die Eisen-

oxydsalze, das Eisenoxydul die Eisenoxydulsalze, mit Kohlensäure die Stahlwässer, mit Schwefelsäure den Eisenvitriol.

403. Nickel findet sich gediegen im Meteoreisen, meist aber mit Schwefel, Kobalt, Arsenit verbunden, ist fast silberweiß, stark metallglänzend, 8,66 schwer und dient zur Fabrikation des Neusilbers, mancher Scheidemünzen. Kobalt, ebenfalls gediegen im Meteoreisen, findet sich häufiger mit Arsen, Schwefel und Sauerstoff verbunden. Seine Farbe fällt zwischen Stahlgrau und Silberweiß, chemisch verhält er sich dem Nickel sehr ähnlich und dient zur Bereitung der sogen. (blauen) Kobaltfarben. Zink wurde bis jetzt nicht gediegen gefunden, sondern mit Schwefel zur Zinkblende verbunden, dann als kohlen-saures Zinkoxydul (Zinkspath), als kieselsaures Zinkoxyd (Galmei). Es ist ein bläulich weißes, stark glänzendes Metall, 6,8 schwer, zäh und weich, auch in schwachen Säuren löslich. Mit dem Sauerstoff verbindet er sich zu Zinkoxyd (Zinkblumen) und Zinksuperoxyd, mit dem Schwefel zur Zinkblende, außerdem mit Chlor, Schwefelsäure (Zinkvitriol.) Chrom, ein seltener Stoff, kommt nur oxydirt vor, namentlich im Chromeisenstein und Rothbleierz. Das Chrommetall ist zinnweiß, sehr glänzend, äußerst hart, spröde, strengflüssig, 6,8 schwer. Alle seine Verbindungen zeichnen sich durch schöne grüne Farbe aus. Mit dem Sauerstoff geht es fünferlei Verbindungen ein; das Chromoxyd braucht man in der Farben- und Glasfabrikation, zur Glas- und Porcellanmalerei; die Chromsäure findet sich in der Natur als chromsaures Bleioxyd oder sogen. Rothbleierz. Die Chromsäure vereinigt sich mit den Basen zu chromsauren Salzen.

404. Das Zinn findet sich nicht gediegen, sondern oxydirt als Zinnstein und als Schwefelzinn im Zinnkies. Es ist 7,27 schwer, silberweiß, stark glänzend, sehr weich, aber doch knirschend spröde, walzbar und schmilzt schon bei 235°. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich in drei verschiedenen Verhältnissen; das Zinnoxydul stellt mit Säuren die Zinnoxydulsalze dar. Mit dem Chlor vereint sich das Zinn zu Zinnchlorür und Zinnchlorid, mit dem Schwefel geht es dreierlei Verbindungen ein. Eine Legirung des Zinns mit Blei ist das Schnellloth, eine solche mit Antimon das Britanniametall.

405. Antimon oder Spießglanz findet sich selten gebiegen, meist mit Schwefel, Schwefelkupfer, Schwefelsilber und anderen Schwefelmetallen zu Erzen verbunden. Es ist silberweiß, glänzend, krystallinisch, spröde, 6,8 schwer und verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Antimonoxyd und Antimonensäure; die Verbindungen des ersteren mit den Säuren geben die Antimonoxysalze. Mit dem Chlor verbindet es sich zu Antimonchlorür (Spießglanzbutter), mit dem Jod zu Antimonjodür, mit dem Schwefel zu Antimon-sulfuret und Antimon-sulfid. Die Legirung mit Antimon erhöht die Härte und Spröbzigkeit anderer Metalle; das Metall der Drucklettern besteht aus 1 Theil Antimon und 4 Theilen Blei.

406. Das Kupfer ist mit dem Zinn und Blei wohl das am frühesten bekannt gewordene Metall. Es wiegt 8,9, kommt nicht selten gebiegen, aber viel häufiger mit Schwefel zu Erzen verbunden vor. (Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz, Malachit, Kupferlasur etc.) Es ist braunroth, stark metallglänzend, sehr hart, klingend, schmilzt etwa bei 1090°, verbindet sich mit Schwefel, Phosphor, Chlor unter Lichtentwicklung und gibt mit anderen Metallen sehr wichtige Legirungen. Mit dem Sauerstoff stellt es Kupferoxydul (Rothkupfererz), Kupferoxyd, Kupfersuperoxyd, Kupfersäure, mit Schwefel und Chlor stellt es je zwei Verbindungen dar. Die Kupferoxydsalze sind im krystallisirten Zustand blau oder grün; der sogen. Kupfervitriol ist schwefelsaures Kupferoxyd, Malachit kohlensaures Kupferoxyd, Kupferlasur ein kohlensaures Kupferoxydsalz, der Grünspan eine Verbindung des neutralen essigsauren Kupferoxyds mit Kupferoxydhydrat. Das Messing ist eine Legirung aus Kupfer und Zink, die Bronze aus Kupfer, Zinn und Zink, das Kanonenmetall aus Kupfer und Zinn.

407. Das Blei findet sich ungemein selten im goldführenden Sand und im Meteoreisen gebiegen, häufig jedoch in den antimonhaltigen Erzen und besonders mit Schwefel als Bleiglanz, dann als Weißbleierz (kohlensaures Bleioxyd), Anglesit (Vitriolbleierz), phosphorsaures Bleioxyd (Grünbleierz), molybdänsaures Bleioxyd (Gelbbleierz), chromsaures Bleioxyd (Rothbleierz). Reines Blei ist sehr weich, sehr walzbar, wenig zäh, 11,37 schwer und schmilzt bei 325°. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich in

fünferlei Verhältnissen, deren eine die Mennige ist. Es geht auch mit Iod und Brom Verbindungen ein. Das Bleiorpb kann sich als Säure und als Base verhalten; seine Verbindungen mit Säuren geben die Bleiorpbsalze; das sogen. Bleiweiß ist kohlen-saures Bleiorpb. Sehr ähnlich dem Blei ist das Thallium und diesem scheint auch das Indium zu gleichen.

408. Der Wis muth, ein röthlich weißes, starkglänzendes Metall, von bedeutender Härte und ungemeiner Sprödigkeit, 9,⁷⁹ schwer, bei 249° schmelzend, kommt gebiegen vor, dann orpbirt als Wis-muthocker, mit Schwefel verbunden als Wismuthglanz, dann als Nabelerz, Tellurwismuth und Kieselwismuth. Er geht mit dem Sauerstoff vier Verbindungen ein und vereinigt sich auch mit Chlor und Iod. Eine Legirung desselben mit Zinn und Blei dient um Abklatsche von Holzschnitten zu machen.

409. Das Quecksilber, ein sparsam vorkommendes Metall von 13,⁵ Gew., findet sich gebiegen in Tropfenform, mit Schwefel verbunden als Zinnober und in gewissen Mergeln als Quecksilbererz, dann auch als Quecksilberhornerz und Silberamalgam. Es ist das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall, leitet die Wärme sehr gut unter gleichmäßiger Ausdehnung, weshalb es zu Thermometern sich gut eignet, und verwandelt sich bei 360° in farblose Dämpfe, krystallisirt bei — 40° in Oktaëdern und ist dann 14,⁵⁹ schwer. Mit den meisten Metallen bildet es Amalgame, mit anderen Stoffen fein zusammengerieben, erscheint es als schwarzgraues Pulver; so in der Quecksilbersalbe und im Quecksilberpflaster. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich zu Oxydul und Oxyd; Verbindungen mit anderen Stoffen geben das Quecksilbersulfuret, Quecksilbersulfid (Zinnober, Mineralmoth), Quecksilberchlorür (Calomel), Quecksilberchlorid (Sublimat), Quecksilberjodür und Quecksilberjodid. Mit den Säuren verbinden sich das Quecksilberoxydul und Oxyd zu Oxydul- und Oxydsalzen. Dieses ganz einzige Metall, welches vielfache Anwendung findet, ist auch wissenschaftlich für die Wärmelehre, die Gasometrie und die Lehre vom Luftdruck höchst wichtig geworden.

410. Das Silber, dieses schöne freundliche Metall, 10,⁵ schwer, kommt gebiegen oder in vielerlei Vererzungen mit Arsenik, Antimon, Tellur, Quecksilber, Gold, Schwefel vor, dann auch im

Bleiglanz, manchen Kupfererzen und mit Chlor als Silberhomerz. Selten erscheint es als Oxyd an Säuren gebunden. Es ist ausgezeichnet politurfähig, dehn- und streckbar und schmilzt bei 916° . Zum Sauerstoff hat es nur geringe Verwandtschaft, weshalb es in Luft und Wasser unverändert bleibt, sehr große aber zu Schwefel, Phosphor und Jod. Mit anderen Metallen bildet es leicht Legirungen, die härter sind als es selbst. Mit dem Sauerstoff bildet es das Silberoxydul, Silberoxyd und Silbersuperoxyd; der sogen. Silberglanz ist eine Schwefelverbindung. Die Silberoxydsalze entstehen durch Verbindung des Silberoxyds mit den Säuren; der sogen. Höllestein ist salpetersaures Silberoxyd.

411. Platin, das schwerste Metall, von $21,5$ specifischem Gewicht, findet sich gebiegen in Massen oder Körnern, dabei eine Menge anderer Metalle und Metalloide enthaltend. Es ist graulich weiß, von starkem Glanze, sehr weich, streck- und hämmersbar und kann zu den feinsten Drähten ausgezogen werden. Es schmilzt nur vor dem Knallgasgebläse bei etwa 1480° . Der sogen. Platinschwamm, der durch Ausglühen des Platinsalmiats erhalten wird, vermag gleich dem Platinmoir, einem schwarzen Pulver, Gase, besonders Sauerstoff sehr reichlich in seine Poren aufzunehmen; kommen dann beide mit Wasserstoffgas zusammen, so findet Verbrennung desselben zu Wasser statt. Das geschmiedete Platin dient zu vielerlei fast unangreifbaren Apparaten. Säuren haben auf das Platin keine Wirkung, nur das Königswasser löst es zu Platinchlorid. Mit dem Sauerstoff verbindet sich das Platin zu Platinoxydul und Oxyd, mit dem Chlor zu Platinchlorür und Chlorid. Ganz regelmäßig kommen immer mit dem Platin vor: Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium; Iridium und Osmium kommen im specifischen Gewicht dem Platin gleich.

412. Das Gold findet sich gebiegen und mit anderen Metallen legirt in Körnern, Blättchen, Stücken im Flußsand oder Diluvialschutt, dann mit Tellur verbunden, auch in Silber-, Kupfer-, Bleierzen, Schwefelkiesen, ist das dehnbarste und geschmeidigste aller Metalle, verbindet sich selbst geschmolzen nicht mit dem Sauerstoff der Luft und löst sich nur in Königswasser zu Goldchlorid. Dieses edelste aller Metalle wiegt $19,4$ und

schmilzt bei 1037° . Um verarbeitet werden zu können, wird das Gold wegen seiner Weichheit mit Kupfer oder Silber legirt. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich zu Goldoxydul und Oxyd, welches letztere mit Ammoniak das explosive Knallgold darstellt; mit dem Schwefel zu Goldbisulfid, mit dem Chlor zu Goldchlorür und Goldchlorid, welches letztere mit Zinnsesquichlorid den carminrothen zur Porzellan- und Glasmalerei gebrauchten Goldpurpur liefert.

413. Es ist in neuerer Zeit gelungen, auf synthetischem Wege aus den Elementen einige der allereinfachsten organischen Verbindungen zu erzeugen, die zum Theil Endproducte sich zerlegenden organischer Substanzen sind. So Harnstoff (Köhler), Alkohol, Fuselöl, Ameisensäure (Berthelot), Oxalsäure, Cyan. Man bildete Cyan aus Kohle und Stickstoff, aus Cyanmetallen Ameisensäure; das Cyan liefert auch Harnstoff, Oxalsäure u. Man bildete aus Schwefelkohlenstoff Aethylverbindungen, aus diesen Acetylverbindungen. Man hat Kohlensäure unmittelbar in Kleeensäure umgewandelt. Man kann aus 2, 3, 4 zusammengefügten organischen Atomen Atome höherer Ordnung bilden und diese wieder in niedere zerfallen, aus Holz und Amylon Zucker, aus Zucker Oxalsäure, Milchsäure, Essigsäure, Aldehyd, Alkohol, Ameisensäure, — aber keine einzige dieser Verbindungen aus ihren Elementen hervorbringen. Jedenfalls gehören alle organischen Stoffe, welche die Chemie darzustellen vermag, nicht zu den höchsten organischen Stoffen; diese kann nur die Lebenskraft hervorbringen. (v. Liebig.) Die Wissenschaft ist wie nach unten so auch nach oben beschränkt: sie vermag weder die sogenannten einfachen Stoffe zu zerlegen, obwohl sie höchst wahrscheinlich zerlegbar sind, noch vermag sie aus ihnen die höheren organischen Verbindungen, die Träger des Lebens, herzustellen.

414. In der organischen Chemie, über welcher noch großes Dunkel schwebt, haben vier Begriffe eine große Geltung erlangt, die der Radicale, der Substitution, der Paarung und der Homologie. Es finden sich nämlich in den Organismen zusammengelegte Substanzen, welche nach Art der chemischen Grundstoffe wesentliche Bestandtheile gewisser Verbindungsreihen zum Theil mit ähnlichen organischen Complexen, zum Theil mit Grundstoffen

bilden. Sie heißen organische Radicale und vertreten in vielen Verbindungen die Stelle wirklicher Grundstoffe, wobei sie entweder dem Wasserstoff oder den Metallen oder den nichtmetallischen Grundstoffen entsprechen. So ist der Kohlenstoff nicht unmittelbar mit den übrigen Elementen vereinigt, sondern bildet mit einigen ein zusammengesetztes Radical, welches die Eigenschaft hat, sich nicht mit Verbindungen einer höheren Ordnung, sondern mit einzelnen Elementen zu vereinen. Die zusammengesetzten Radicale der unorganischen Stoffe, z. B. Ammonium, verhalten sich ähnlich wie die organischen Radicale und machen den Uebergang von den unorganischen Verbindungen zu den organischen.

415. Die Substitution besteht nach einer frühern Fassung darin, daß gewisse Atome Wasserstoff in sehr vielen organischen Verbindungen ohne wesentliche Veränderung derselben durch Chlor, Brom, Jod oder Untersalpetersäure ersetzt werden können. In der Paarung oder Copulirung vereinen sich manche Stoffe so miteinander, daß der eine, mag er Basis oder Säure sein, seine volle Sättigungscapacität beibehält und der andere, Paarling oder Copula, dem ersteren in alle Verbindungen mit Säuren oder Basen folgt.

416. Die sogen. gepaarten Verbindungen sind jene organischen, in welchen die Säure ihr Sättigungsvermögen nicht verloren, aber neue Eigenschaften angenommen hat; der mit ihr verbundene Stoff, Paarling genannt, folgt ihr in alle Verbindungen, und beide, innig verbunden, lassen sich nicht wie Salze trennen. Auch Basen zeigen diese Verbindungsweise. Die höheren organischen Verbindungen sind fast sämmtlich gepaarte; so entstehen gepaarte Radicale. Z. B. Ameisensäure und Bittermandelöl verbinden sich zu Mandelsäure, welche ganz der Ameisensäure gleicht, ohne eine Eigenschaft des Bittermandelöls; dieses ist der sogen. Paarling der Mandelsäure, d. h. der Bestandtheil, welcher bei der Paarung seine Eigenschaften verliert. Nach dem französischen Chemiker Gerhardt können alle organischen Verbindungen als gepaarte betrachtet werden; als gepaart sei anzusehen das Radical eines jeden Körpers, der bei gewissen einfachen Reactionen sich in Verbindungen umwandeln kann, die anderen Radicalen angehören,

und das ganze Verhältniß der Paarlinge würde einen Unterschied zwischen organischen und unorganischen Verbindungen begründen.

417. Homologe Substanzen sind solche, die sich in ihrer Zusammensetzung und in ihren wesentlichen Eigenschaften sehr gleichen und sich nur durch eine verschiedene Zahl der Wasserstoffatome unterscheiden. Man kann aus solchen homologen Substanzen natürliche Reihen bilden, deren eine z. B. die flüchtigen Alkaloide sind: sämmtlich Ammoniak, in denen einem oder mehreren Atomen Wasserstoff Kohlenwasserstoffe substituirt sind.

418. Die Typentheorie wurde von Dumas aufgestellt und von Laurent erweitert. Haupt- oder Grundtypen sind 1) Wasser-

stoff $\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$, 2) Wasser $\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$ O₂, 3) Ammoniak $\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$ N. Durch sie

kann man die Zusammensetzung vieler Verbindungen ausdrücken; außer den multiplen Typen, wie man die vielfachen der vorstehenden drei nennt, gibt es auch gemischte und abgeleitete. Bei der Substitution wird in einer Zersetzung durch die Wirkung eines Elementes oder einer anorganischen Verbindung der organischen Substanz ein Element (nur Kohlenstoff nicht) entzogen, und an dessen Stelle tritt ein anderes Element oder eine andere Verbindung. Wird ein aus einem Typus ausgetretenes Element nicht durch ein anderes ersetzt, so entsteht ein neuer Typus. Nach Laurent sind die Atome der organischen Verbindungen theils Kerne, theils Vereinigungen solcher mit an sie sich anlegenden anderen Verbindungen. Die Kerne sind sechsatomige Kohlenwasserstoffe mit Wasserstoff, der auch durch Atome anderer Elemente vertreten sein kann.

419. Alle organischen Verbindungen ordnen sich nach Gerhardt reihenweise in eine unermessliche Leiter an, deren oberste Stufe die Proteinsubstanzen als die complicirtesten einnehmen, die untersten Ameisensäure, Oxalsäure, Holzgeist, Kohlen- säure, Wasser, Ammoniak, den Uebergang von der organischen zur unorganischen Welt darstellend. Alle organischen Substanzen sind unter sich verwandt und scheinen Ableitungen der drei Typen Wasser, Wasserstoff und Ammoniak zu sein; der Wasserstoff kann in allen durch Kohlenwasserstoffe ersetzt werden. Durch die Ver-

bindungen dieser Substanzen unter sich entsteht die grenzenlose Mannigfaltigkeit der organischen Körper, wo immer diejenigen eine chemische Reihe bilden, die voneinander durch gewisse Gleichungen ableitbar sind.

420. Wenn man, sagt Gerhardt, ein Spiel Karten so auf den Tisch legt, daß in die erste verticale Reihe alle Karten von derselben Farbe, parallel mit dieser in verticale Reihen die Karten der anderen Farben kommen und nennt alle Karten von derselben Farbe, aber von verschiedenem Werthe, eine heterologe Reihe, die horizontal liegenden Karten von ungleicher Farbe, aber gleichem Werthe die homologen Reihen, so hat man das treffende Bild des chemischen Systems, in dem ebenfalls die Körper nach heterologen und homologen Reihen geordnet sind, und wenn in einer Reihe gewisse Körper fehlen, so kann man ihre nothwendige Beschaffenheit im Voraus wissen. So bilden z. B. die Alkohole und gewisse Säuren homologe Reihen.

421. Aber auch die Gerhardt'schen Typen sind unzureichend, um von ihnen die außerordentliche Menge der so verschiedenartigen organischen Verbindungen abzuleiten, so daß dieses System seine Zuflucht zu secundären und gemischten Typen nehmen mußte, um sich halten zu können. Mohr vergleicht die Typentheorie mit dem medicinischen System Rademacher's, der alle Krankheiten auf drei Typen zurückführte, je nachdem sie mit Eisen, Kupfer oder Natronsalpeter heilbar seien, und meint, die Radicale, Typen, Atomigkeiten, Substitutionen, verdoppelten Atomgewichte seien bloß menschliche Vorstellungen und die organischen Substanzen seien zusammenhängende Complexe ohne Gliederung, — eine Behauptung, allerdings leichter aufzustellen als zu erweisen.

422. Die organischen Stoffe sind meist unfähig zu krystallisiren, auch außer dem lebenden Körper, und gerade die wichtigsten sind amorph. Wenn doch Krystalle im lebenden Organismus auftreten, so deutet dieses dahin, daß ein Theil der Substanz nicht dem Lebensproceß unterworfen wurde und ist öfters ein pathologisches Symptom.

423. In der Gährung ließen Berzelius und Mitscherlich das Gährungsmittel (Ferment) seine Wirkung bloß durch Contact,

katalytisch äußern, etwa wie es Platinschwamm oder Goldoxyd auf Wasserstoffsuperoxyd thut. Liebig erklärte die Gährung daraus, daß das Ferment seine Molecularbewegung auf andere Körper übertrage. Gährung scheint in allen Fällen durch organische Wesen und zwar einfachste vegetabilische Organismen zu entstehen: entweder durch Gährungspilze („Hefezellen“) oder (die faulige Gährung) durch Vibrionen. Nach van den Broek enthält die Luft ein Agens, welches die Gährung einleitet, durch Glühen zerstört, durch Baumwollpfropfen zurückgehalten wird. Die Gährung trifft nach ihm stets mit Schimmelbildung zusammen, ohne daß über die Ursächlichkeit der einen oder andern entschieden wird.

424. Die Hefezellen sind primitive Zustände verschiedener Schimmelarten: *Stemphylium*, *Cladosporium*, *Ascophora elegans*, *Mucedo*, *Penicillium glaucum*, *breviceps*, *Periconia hyalina*, *Mucor spec.* *Penicillium glaucum* sah man in *P. candidum*, später in *Coremium glaucum* übergehen. (Hoffmann, Bail.) Die Gliederhefenzellen erregen die saure Gährung, die Kernhefenzellen die faulige.

425. Die Vibrionen, welche in der Butter, der Milch, dem Mannit die Gährung herbeiführen, sind nach Pasteur 0,002—0,02 Mm. lang, und ihre Keime gelangen aus der Luft, wo sie schweben, in die Flüssigkeit; eben so wie die der Gährungspilze, welche die alkoholische Gährung erzeugen. Sie brauchen dann zu ihrem Leben keinen freien Sauerstoff oder atmosphärische Luft und wirken gleichsam wie Drüsen, die aus dem Blute andere Flüssigkeiten machen. Werden durch Abhaltung der Luft keine Keime zugeführt, so entsteht nach ihm keine Gährung.

426. Gährung und Verwesung sind immer mit der Zersetzung der organischen Substanzen verbunden; bei der erstern spaltet sich eine organische Verbindung in zwei oder mehrere, oder die Atome werden anders gruppiert; es verbindet sich der Sauerstoff mit den organischen Elementen zu neuen organischen Verbindungen, bei der letztern verbindet er sich zu unorganischen: Kohlenäure, Kohlenwasserstoff u. Faulende Proteinsubstanzen und die sogen. Hefenpilze vermögen durch unmittelbare Berührung andere organische Verbindungen zu zersetzen, ohne wechselseitigen

bindungen dieser Substanzen unter sich entsteht die grenzenlose Mannigfaltigkeit der organischen Körper, wo immer diejenigen eine chemische Reihe bilden, die voneinander durch gewisse Gleichungen ableitbar sind.

420. Wenn man, sagt Berhardt, ein Spiel Karten so auf den Tisch legt, daß in die erste verticale Reihe alle Karten von derselben Farbe, parallel mit dieser in verticale Reihen die Karten der anderen Farben kommen und nennt alle Karten von derselben Farbe, aber von verschiedenem Werthe, eine heterologe Reihe, die horizontal liegenden Karten von ungleicher Farbe, aber gleichem Werthe die homologen Reihen, so hat man das treffende Bild des chemischen Systems, in dem ebenfalls die Körper nach heterologen und homologen Reihen geordnet sind, und wenn in einer Reihe gewisse Körper fehlen, so kann man ihre nothwendige Beschaffenheit im Voraus wissen. So bilden z. B. die Alkohole und gewisse Säuren homologe Reihen.

421. Aber auch die Berhardt'schen Typen sind unzureichend, um von ihnen die außerordentliche Menge der so verschiedenartigen organischen Verbindungen abzuleiten, so daß dieses System seine Zuflucht zu secundären und gemischten Typen nehmen mußte, um sich halten zu können. Mohr vergleicht die Typentheorie mit dem medicinischen System Rademacher's, der alle Krankheiten auf drei Typen zurückführte, je nachdem sie mit Eisen, Kupfer oder Natronsalpeter heilbar seien, und meint, die Radicale, Typen, Atomigkeiten, Substitutionen, verdoppelten Atomgewichte seien bloß menschliche Vorstellungen und die organischen Substanzen seien zusammenhängende Complexe ohne Gliederung, — eine Behauptung, allerdings leichter aufzustellen als zu erweisen.

422. Die organischen Stoffe sind meist unfähig zu krystallisiren, auch außer dem lebenden Körper, und gerade die wichtigsten sind amorph. Wenn doch Krystalle im lebenden Organismus auftreten, so deutet dieses dahin, daß ein Theil der Substanz nicht dem Lebensproceß unterworfen wurde und ist öfters ein pathologisches Symptom.

423. In der Gährung ließen Berzelius und Mitscherlich das Gährungsmittel (Ferment) seine Wirkung bloß durch Contact,

katalytisch äußern, etwa wie es Platinschwamm oder Goldoxyd auf Wasserstoffsuperoxyd thut. Liebig erklärte die Gährung daraus, daß das Ferment seine Molecularbewegung auf andere Körper übertrage. Gährung scheint in allen Fällen durch organische Wesen und zwar einfachste vegetabilische Organismen zu entstehen: entweder durch Gährungspilze („Hefezellen“) oder (die faulige Gährung) durch Vibrionen. Nach van den Broek enthält die Luft ein Agens, welches die Gährung einleitet, durch Glühen zerstört, durch Baumwollpfropfen zurückgehalten wird. Die Gährung trifft nach ihm stets mit Schimmelbildung zusammen, ohne daß über die Ursächlichkeit der einen oder andern entschieden wird.

424. Die Hefezellen sind primitive Zustände verschiedener Schimmelarten: *Stomphylium*, *Cladosporium*, *Ascophora elegans*, *Mucedo*, *Penicillium glaucum*, *breviceps*, *Periconia hyalina*, *Mucor spec.* *Penicillium glaucum* sah man in *P. candidum*, später in *Coremium glaucum* übergehen. (Hoffmann, Bail.) Die Gliederhefenzellen erregen die saure Gährung, die Kernhefenzellen die faulige.

425. Die Vibrionen, welche in der Butter, der Milch, dem Mannit die Gährung herbeiführen, sind nach Pasteur 0,002—0,02 Mm. lang, und ihre Keime gelangen aus der Luft, wo sie schweben, in die Flüssigkeit; eben so wie die der Gährungspilze, welche die alkoholische Gährung erzeugen. Sie brauchen dann zu ihrem Leben keinen freien Sauerstoff oder atmosphärische Luft und wirken gleichsam wie Drüsen, die aus dem Blute andere Flüssigkeiten machen. Werden durch Abhaltung der Luft keine Keime zugeführt, so entsteht nach ihm keine Gährung.

426. Gährung und Verwesung sind immer mit der Zersetzung der organischen Substanzen verbunden; bei der erstern spaltet sich eine organische Verbindung in zwei oder mehrere, oder die Atome werden anders gruppiert; es verbindet sich der Sauerstoff mit den organischen Elementen zu neuen organischen Verbindungen, bei der letztern verbindet er sich zu unorganischen: Kohlen säure, Kohlenwasserstoff u. Faulende Proteïnsubstanzen und die sogen. Hefenpilze vermögen durch unmittelbare Berührung andere organische Verbindungen zu zersetzen, ohne wechselseitigen

Austausch von Elementen. Man unterscheidet Weingährung, Milchsäuregährung, Essigsäuregährung, faule Gährung oder Fäulniß u. In weiterem Sinne spricht man auch von einer Zuckergährung, Bittermandelölgährung, Bernsteinsäuregährung, indem man den Vorgang, vermöge dessen Stärke durch Diastase in Dextrin und Zucker, Amygdalin durch Synaptase (das Emulsin der bitteren Mandeln) in Blausäure und Bittermandelöl, Asparagin und Aepfelsäure in Bernsteinsäure umgesetzt wird, als Gährung betrachtet.

427. Bei der geistigen oder Alkoholgährung zerfällt der Zucker in eine Anzahl von Producten, deren vorzüglichste Alkohol und Kohlensäure sind; durch sie wird die Vereitung der geistigen Getränke und auch des Brotes möglich, wobei der im Mehl. enthaltene Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, die letztere den Teig aufstreibt, der Alkohol beim Backen entweicht. Bei der Milchsäuregährung führen die an der Luft veränderten Proteinstoffen die Kohlenhydrate, z. B. Dextrin, Milch- und Krümelsucker in Milchsäure über. Bei der Essiggährung wird der Alkohol unter Mitwirkung eines Ferments zu Essigsäure oxydirt; bei der Fäulniß, welche die Gegenwart von Luft und Wasser erfordert, und bei der sich übelriechende ammoniakhaltige Gasarten entwickeln, bleiben als Rückstand Humussubstanzen.

428. Binäre organische Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff sind z. B. Aethyl $C_4 H_6$, Terpentinöl $C_{10} H_8$, Benzol $C_{12} H_6$, aus Kohlenstoff und Stickstoff Cyan $C_2 N$. Ternäre Alkohol $C_4 H_6 O_2$, Essigsäure $C_4 H_4 O_4$, Glycerin $C_6 H_6 O_6$, Anilin $C_{12} H_7 N$. Quaternäre Harnstoff $C_2 H_4 N_2 O_2$, Chinin $C_{20} H_{12} NO_2$. Quinäre sind die Eiweißkörper, die außer CHON auch noch Schwefel enthalten.

429. Der Pflanzenzellstoff, die Cellulose, Holzfaser, aus $C_6 H_{10} O_5$ bestehend, bildet die Zellwand der Vegetabilien und findet sich auch im Thierreich als sogen. Tunicin im Mantel der Tunicaten und in den Muskeln des Maitäfers und der Krebse. Wird das Holz verbrannt, so bleibt die Asche zurück, die aus den der Cellulose beigemengten unorganischen Substanzen besteht. Concentrirte Salpetersäure bildet mit ihr das Pyroxilin, die Schießbaumwolle, und diese in alkoholhaltigem Aether aufgelöst, stellt das Collobium dar. In den Samenblättern einiger

Pflanzen findet sich das sogen. Amyloid, welches den Uebergang von der Cellulose zur Stärke bildet.

430. Die Stärke $C_6 H_{10} O_5$ kommt im Pflanzenreiche sehr allgemein vor, besonders häufig in den Getreidekörnern, Samen der Hülsenpflanzen, gewissen Palmenstämmen, den Kartoffeln. Sie ist eine Reservebildung, die in den Zellen aufgespeichert wird und beim Keimen und der Bildung neuer Theile verschwindet, indem sie durch die Einwirkung der Diastase in Dextrin und Zucker übergeht. Die Stärke bildet sich in den Pflanzenzellen in Form weißer, glänzender, durchscheinender, ellipsoidischer Körnchen, aus Kern und concentrischen Hüllen bestehend. Mit Iod stellt die Stärke die blaue Iodstärke dar, mit heißem Wasser bildet sie den Kleister. Brot, Mehlspeisen bestehen hauptsächlich aus Stärke, aus welcher sich durch Einwirkung gewisser Substanzen Traubenzucker und Alkohol bilden, so daß also sie die Erzeugung von Bier, Wein, Branntwein möglich macht.

431. Das Dextrin $C_6 H_{10} O_5$ entsteht aus der Stärke, wenn eine Hitze bis auf $150^{\circ} C.$, oder, wenn Säuren und Malz auf sie einwirken, ähnelt arabischem Gummi und bildet einen Bestandtheil des Brotes und Bieres. Die Dextrin- und darauf folgende Zuckerbildung beim Keimen der Getreidekörner und Kartoffeln (erstere tritt auch bei der Bierbereitung ein, wo Gerste und Weizen zu Malz werden) hat man einem hypothetischen Stoff, Diastase genannt, zugeschrieben, obschon sie vermuthlich auf einem veränderten Kleber beruht. Man weiß auch sonst, daß Proteinstoffe die Stärke in Zucker verwandeln.

432. Die Gummiarten entstehen wahrscheinlich durch Umbildung von Cellulose und Stärkemehl und schwoigen durch die Wände der Zellen aus. Die Zuckerarten, ungemein verbreitet in den Pflanzenkörpern, nur sparsam in den Thieren, sind sämmtlich süß, in Wasser und Alkohol löslich, zersetzen sich in der Hitze und werden durch Salpetersäure in Oxalsäure und Zucker- oder Schleimsäure umgewandelt. Die chemischen Proportionen des Rohrzuckers, Traubenzuckers (Glykose), Fruchtzuckers, Milchkuckers, Mannazuckers, Muskelzuckers oder Inosits (im Muskelfleisch vorkommend) u. sind übrigens ziemlich verschieden, obwohl alle Verbindungen von Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff sind.

433. Pektin oder Pflanzengallerte $C_{32}H_{48}O_{32}$, im Pflanzenreiche ganz allgemein vorkommend, besonders reichlich in Früchten und in den Rüben, ist eine weiße, gestaltlose, in Wasser lösliche, durch Alkohol fällbare Substanz, welche nicht in Zucker übergehen kann und durch Alkalien in Pektinsäure verwandelt wird.

434. Die Eiweiß- oder Proteinkörper (letzterer Name stammt von Mulder) aus C, H, O und N, dann aus Schwefel, manchmal auch aus Phosphor bestehend, bilden die Hauptmasse der Thierkörper, kommen jedoch auch im Pflanzenreiche sehr allgemein, obschon in geringer Menge vor. Hieher Eiweiß, Globulin, Faserstoff, Käsestoff, Pflanzencasein, unkrystallisirbare, indifferente, nicht flüchtige Substanzen, welche trocken destillirt schwefelsaunhaltige Producte geben, verbrannt den widrigen Horngeruch verbreiten und in starken Säuren löslich sind. Jetzt nimmt man an, daß sie sämmtlich von den Pflanzen stammen und von den Thieren nur aufgenommen und umgewandelt werden.

435. Die leimgebenden Substanzen kommen nur in den Thierkörpern vor, sind in Wasser löslich und gehen mit Wasser gekocht in Leim über. Man unterscheidet Knochenleim und Knorpelleim, welche namentlich durch Mangel des Schwefels und Phosphors von den Eiweißstoffen differiren.

436. Die ätherischen oder flüchtigen Oele kommen theils aufgelöst im Zellsaft der Pflanzen vor, theils erfüllen sie ganze Zellengruppen oder Interzellularräume, aus welchen sie durch Destillation mit Wasser oder durch Auspressen gewonnen werden. Man kann die meisten derselben auch künstlich darstellen. Sie sind in Wasser, Weingeist und Aether löslich, leicht entzündlich und verbrennlich und scheiden bei niederer Temperatur eine feste krystallinische Masse, das Stearopten, aus. Die ätherischen Oele, welche in die drei Gruppen der sauerstofffreien, sauerstoffhaltigen und schwefelhaltigen zerfallen, finden in der Medicin, Kosmetik und Parfümerie vielfache Anwendung. Bekannt sind Terpentinöl, Citronenöl, Bittermandelöl, Zimmtöl, Baldrianöl u. Der Rappher, das Cantharidin und einige andere dem Stearopten ähnliche Substanzen haben eine krystallinische Beschaffenheit. Das sich hier anschließende Petroleum ist ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe.

437. Die ätherischen Oele können sich durch Sauerstoffaufnahme verdicken und in Harze umwandeln, die z. B. bei den Nadelhölzern mit Oel vermischt ausfließen und an der Luft erhärten. Die Harze stellen feste amorphe Körper dar, welche die Electricität nicht leiten und beim Reiben negativ elektrisch werden. Die meisten sind in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen löslich und entzünden sich bei höherer Temperatur. Sind die Harze in ätherischen Oelen gelöst, so heißen sie Balsame, so der Terpentin, Perubalsam, Tolutalsam; Hartharze sind Gummilack, Benzoe, Guajakharz, Asphalt und Bernstein; Schleimharze, aus Harz, Gummi, ätherischem Oel u. bestehend, sind Asa foetida und Gummitgutt. Federharz oder Kautschuk und Gutta serena sind zwei zusammengesetzte harzartige Körper, von welchen der erste im Milchsaft vieler Pflanzen, der zweite im Milchsaft des ostindischen Baumes Isonandra Gutta vorkommt.

438. Fette und fette Oele kommen bei den Pflanzen vorzugsweise in den Samen, bei der Olive im Fruchtfleische vor, bei den Thieren im Zellgewebe und in Flüssigkeiten. Leichtere als das Wasser, lösen sie sich in diesem nicht, aber in kochendem Weingeist und Aether, lösen ihrerseits Schwefel und Phosphor auf und werden an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff ranzig. Festes Fett nennt man Talg, salbenartiges Butter, flüssiges Oel. Erhitzt zersetzen und verflüchtigen sich die Fette. Sie und die Oele sind Gemenge sogenannter Glyceride: des Stearins, Palmitins, Oleins. Mit Alkalien und Schwefelsäure behandelt, trennen sich die Fette in Glycerin und in das Kali-, Natron- oder Kalksalz der fetten Säuren. Bekannte vegetabilische Oele, welche zum Theil zur Nahrung, Beleuchtung, als Arznei dienen, sind Leinöl, Mohnöl, Nußöl, Ricinusöl, Olivenöl, Rapsöl, Mandelöl, thierische sind Fischthran, Leberthran. Die festen Fette sind um so härter, je überwiegender von ihren beiden Hauptbestandtheilen: Palmitin und Stearin das letztere ist. Hieher gehören das Lorbeeröl, Palmöl, die Cacao- und Muscatbutter, Unschlitt, Schweineschmalz, Menschenfett, der Walrath. Alle Fette sind Glyceride, d. h. Verbindungen des Glycerins oder Oelfuß mit fetten Säuren. Läßt man Alkalien auf Fette einwirken, so zersetzen sich diese, indem unter Ausscheidung des Glycerins die Säure sich mit der Base

verbindet und das darstellt, was man Seife nennt. Das Glycerin $C_3 H_5 O_3$ gleicht einem farblosen durchsichtigen Syrup, geruchlos, zuckerföÙ schmeckend. Das Wachs weicht von den Fetten dadurch ab, daß es spröde und in kaltem Weingeist unlöslich ist.

439. Unter dem Namen Extractivstoffe faßt man eine Menge organischer Substanzen zusammen, die keinen übereinstimmenden Charakter zeigen, sondern sich bald indifferent, bald als schwache Säuren oder selbst Basen verhalten. Wahrscheinlich sämmtlich krystallisirbar, zeichnen sich viele von ihnen durch einen ungemein bitteren Geschmack aus und zerfallen in Traubenzucker und andere Stoffe, wenn man sie mit Säuren, Alkalien und Gährungsmitteln behandelt. Einige bestehen nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, andere neben diesen auch aus Stickstoff. Dem Pflanzenreiche entstammen Amygdalin, Salicin, Santonin, Asparagin, Gentianin, dem Thierreiche Allantoin und Creatin.

440. Die Farbstoffe des Pflanzen- und Thierreiches entstehen aus ungefärbten Substanzen durch Oxydation, Gährung, Aufnahme von Ammoniak, sind meist geruch- und geschmacklos, selten krystallisirbar und bleichen im Sonnenlicht. Eine große Zahl löst sich in Wasser, andere in Alkohol, manche in Aether und Oelen. Mehrere Metalloxyde und unlösliche basische Salze nehmen, wenn man sie in die Lösung eines Farbstoffes bringt, letztern auf und stellen mit ihm einen Niederschlag, einen Lack dar. Sehr bekannte Farbstoffe sind Chlorophyll, Lakmus, Curcuma, Krapp, Indigo, Carmin, Hämatin &c.

441. Die organischen Säuren sind theils frei, theils gebunden an unorganische oder organische Basen. Die meisten sind in Wasser löslich, alle reagiren sauer und können mit Basen meist krystallinische Salze bilden. Die meisten verkohlen in der Hitze, manche verflüchtigen sich, einige geben Brenzsäuren; ihre Salze werden beim Erhitzen zersetzt. Oxalsäure, Gerbsäure und Weinsäure kommen in sehr vielen Pflanzen vor; eine große Anzahl anderer Säuren findet sich nur in bestimmten Pflanzen, manche auch in thierischen Organismen. Oxalsäure, Honigsteinsäure und ein paar andere gehören zugleich der unorganischen Natur an und haben als Radical Kohlenoxyd; fette Säuren sind Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Caprin-

säure zc.; an die Bernsteinssäure schließen sich die Tabakssäure, Pyroweinsäure, Fettsäure und andere an, während Weinsäure, Traubensäure, Citronensäure und Aepfelsäure wieder eine kleine Familie bilden. Um die Angelicasäure und Campherensäure gruppiren sich die Aconitsäure, Crotonsäure, Del- und Glarbinsäure zc., andere reihen sich an die Milchsäure, Benzoesäure, Zuckersäure und Gerbsäure an. Alle diese Säuren bestehen aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff in sehr verschiedener Combination, die Harnsäure, Hippursäure und Gallensäure enthalten auch Stickstoff.

442. Organische Basen nennt man jene stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, welche sich zu den organischen Säuren gleich den Basen der unorganischen Natur verhalten. Sie kommen in den Pflanzen in Form saurer Salze vor und gleichen unorganischen Basen, namentlich den Alkalien, woher ihr Name Alkaloide; auch reagiren ihre Lösungen alkalisch und bläuen das geröthete Lackmuspapier. Manche sind fest und krystallisirbar, andere kennt man nur in amorphem oder flüssigem Zustand. In Wasser sind sie wenig, in Alkohol und Aether sind die meisten leicht löslich. Ihre mit Säuren gebildeten Salze werden durch die Electricität in Base und Säure zerlegt. Alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, wozu sich in den nicht flüchtigen auch noch Sauerstoff gesellt. Man sieht sie als gepaarte Verbindungen an, die aus Ammoniak und einem sogen. Paarling bestehen. Das Ammonium ist der Prototyp; der Wasserstoff kann ganz oder nur zum Theil durch ein zwei- oder dreiatomiges Radical ersetzt sein, wodurch die sogen. Aminbasen, Diamine und Triamine, entstehen. — Eine bedeutende Anzahl der Alkaloide wird künstlich erzeugt, wie z. B. das Anilin, Chinolin, Methyloamin, der Harnstoff zc. Die flüchtigen Alkaloide sind sauerstofffrei, so das Methyloamin, Aethyloamin, Anilin, Chinolin, Coniin, Nicotin, Anisidin zc.; die nicht flüchtigen, wie das Chinin, Cinchonin, Strychnin, Morphin, Papaverin, Veratrin, Atropin, Coffein, Theobromin, Harnstoff, Sarkosin, Leucin, Taurin zc., enthalten Sauerstoff. Viele von diesen Alkaloiden wirken heftig auf den thierischen Organismus und sind als Arzneimittel und Gifte bekannt.

443. Alkohole nennt man eine merkwürdige Familie orga-

nischer Verbindungen, die zum Typus den bei der geistigen Gährung sich bildenden Weingeist haben. Sie bestehen sämmtlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, sind neutral und werden in einatomige, zweiatomige und dreiatomige Alkohole unterschieden, je nachdem das Alkoholradical in ihnen an die Stelle von 1, 2 oder 3 Aequivalenten Wasserstoff tritt. Die verschiedenen sogen. Aetherarten gehören zu dieser Gruppe und entstehen, wenn Säuren auf Alkohol einwirken, sei es bei der Destillation oder bloßen Vermischung. Einatomige Alkohole sind z. B. Methylalkohol oder Holzgeist, Aethylalkohol oder der gewöhnliche Weingeist, Amylalkohol oder Fuselöl, Benzoealkohol, Zimmtalkohol u.; zweiatomige Aethylenalkohol oder Glykol, Propylenalkohol u.; dreiatomig ist nur das Glycerin. — Die sogen. Hoffmannstropfen sind ein Gemenge von 1 Theil Aether mit 3 Theilen Alkohol. Der Aether löst eine Menge organischer Substanzen, von unorganischen Schwefel und Phosphor auf, verhält sich gegen Säuren als Base und erzeugt mit diesen eine Menge neutraler und saurer Salze.

444. In der Hitze zersetzen sich alle organischen Verbindungen und scheiden Kohlenstoff aus; erfolgt die Zersetzung unter Verbindung mit Sauerstoff, so tritt Verbrennung ein, deren Producte Kohlenensäure, Wasser und dergleichen einfache unorganische Verbindungen sind. Bei Ausschluß der Luft sind die Zersetzungsproducte ungemein verschieden und enthalten bei der trockenen Destillation stickstoffhaltiger Substanzen immer Ammoniak oder Cyan, bei der von stickstofffreien Säuren. Bei der Destillation und Verkohlung des Holzes erhält man Gase, Kohle, Holzessig und Theer, eine sehr zusammengesetzte Substanz, bestehend aus Brandharz, Paraffin und flüssigen Kohlenwasserstoffen, darunter Kreosot und Naphtalin. Das bei der trockenen Destillation thierischer Substanzen erhaltene Knochenöl ist ein Gemenge verschiedener Brandharze und Brandöle mit cyan- und ammoniakhaltigen Stoffen und organischen Basen. Destillirt man Salze gewisser organischer Säuren trocken, so zerfallen sie in neue flüchtige Körper, Acetone oder Ketone genannt und in Kohlenensäure mit den Basen.

445. Gewisse Substanzen, meist Zersetzungsproducte orga-

nischer Substanzen, entwickeln beim Kochen Ammoniak, das aber nicht in ihnen schon gebildet vorkommt, sondern erst entsteht, wobei der Wasserstoff zum Theil durch Säureradicale vertreten wird. Dieses sind die sogen. Amide, Imide und Nitrile. Das merkwürdige Cyan entsteht, wenn man stickstoffhaltige organische Körper in Verührung mit Basen der Glühhitze aussetzt, dann auch, wenn Ammoniakgas mit kohlensaurem Kali auf glühende Kohlen wirkt, ferner wenn eine Mischung von Ammoniakgas und Kohlenoxydgas über erhitzten Platinschwamm geleitet wird, oder bei Zusammenbringen von Schwefelammon = Sulfocarbonat mit Schwefelkalium, durch directe Vereinigung von Kohlenstoff und Stickstoff unter gleichzeitigem Dasein einer starken Base. Das Cyan, eines der wenigen isolirt dargestellten Radicale, ist ein farbloses, stechendes, fast wie Blausäure riechendes Gas, das bei einem Druck von 2,7 Atmosphären zu einer farblosen Flüssigkeit und erst bei -34° zu einer weißen krystallinischen Masse wird. Das Gas, in Wasser und Alkohol löslich, entzündet sich an der Luft und brennt mit purpurrother Flamme, verbindet sich unter Feuererscheinung mit erwärmtem Kalium und Natrium und geht Verbindungen ein, die man Cyanüre und Cyanide nennt. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich nur indirect und stellt vier Säuren dar, von denen die Cyansäure und Knallsäure besonders erwähnenswerth sind; letztere ist bei der Bildung des Knallquecksilbers und Knallsilbers betheilig. Mit dem Wasserstoff verbindet sich das Cyan zur Cyanwasserstoff- oder Blausäure, einer farblosen Flüssigkeit vom Geschmack der bittern Mandeln, die als Gas eingeathmet oder in flüssiger Form das tödtlichste Gift ist, gegen welches man verdünntes Ammoniak innerlich und äußerlich anwendet. Das Cyan vereinigt sich ferner mit einer Menge von Metallen und mit dem Schwefel; dadurch entstehen das Cyankalium, Cyanquecksilber, Cyansilber, Eisencyanür, Ferrocyanalkalium oder Blutlaugensalz (das in Lösung von Eisenchlorid oder einem Eisenoxydsalz gebracht als Niederschlag das Berlinerblau erzeugt), Schwefelcyan &c.

Die Aequivalenz der Kraft im Proceß ihrer Wandlung.

446. Folgeschwere Erkenntnisse der neuesten Zeit sind, daß der quantitative Bestand der Materie und folglich auch der Kraft von Ewigkeit her sich gleich geblieben sind, daß Materie und Kraft weder zerstört noch neu geschaffen werden, und daß alle Vorgänge in der materiellen Welt nur auf einem Wechsel der Materie und der Kraft beruhen. Kant schon hatte in den „metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft“ als erstes Gesetz der Mechanik aufgestellt: „Bei allen Veränderungen der körperlichen Natur bleibt die Quantität der Materie im Ganzen dieselbe, unvermehrt und unvermindert“. Kraft und Materie fallen aber zusammen. Mayer in Heilbronn hat 1842 dieses Naturgesetz erkannt,*) der Däne Eolding behandelte es 1843 und ungefähr gleichzeitig der Engländer Joule, und 1847 bezeichnete es Helmholtz als „Gesetz der Erhaltung der Kraft“ und wies seine universelle Geltung nach. „Es fällt zusammen mit dem Satze von der Aequivalenz der Wirkung mit ihrer Ursache, oder auch, anders ausgedrückt, mit dem Satze von der Umwandlung verschiedener Kräfte, d. i. verschiedener Bewegungsformen, nach bestimmten Aequivalentverhältnissen.“**)

*) Annalen der Chemie von Liebig und Wöhler, Mai 1842, „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“.

**) Cornelius, über die Bedeutung des Causalbegriffs, S. 38.

447. Die Kräfte können sich also nach bestimmten Aequivalentverhältnissen ineinander umwandeln, wobei die Kraft quantitativ immer gleich bleibt, nach einem Gesetz, das früher nur in der Mechanik und auch da nur zum Theil bekannt war. Es ist wahrscheinlicher, daß eine förmliche Umwandlung einer lebenden Kraft in eine andere vor sich geht, als daß etwa bloß bei der Umsetzung einer Kraft in die andere ein Theil von ersterer latent und dafür eine bisher latente Menge der andern geweckt werde. Immer gehört zur Umwandlung einer Kraft in eine andere, daß sie von einem Substrat auf ein anderes übergehe. Die Kanonenkugel z. B. überträgt die zerstörende Arbeit des Pulvers auf die Mauer.

448. Die verschiedensten Ursachen der Bewegung vermögen gleiche Wirkung hervorzubringen, „eine gespannte Feder, ein Luftstrom, eine fallende Wassermasse, Feuer unter einem Dampfkeßel, Lösung eines Metalls in einer Säure“, — durch alle diese Bewegungen wird eine Arbeit geleistet, und man spricht von aufgewandter und geleisteter, ferner von äußerer und innerer Arbeit. Äußere Arbeit ist Ueberwindung des Trägheitswiderstandes, z. B. durch Erzeugung von Bewegung, also mechanische Arbeit; innere ist Wärmeerzeugung. Die lebendige Kraft, mit welcher sich eine Dampfmaschine, eine Kanonenkugel bewegt, ist ein Arbeitsvorrath, den sie abgeben können. Entspricht irgendwo die geleistete Arbeit nicht der aufgewendeten, so erscheint ein Theil der letzteren in eine andere Thätigkeitsform umgewandelt, oft z. B. in innere Arbeit. Auch die Summe der verbrauchten und wieder erzeugten Arbeit bleibt immer gleich.

449. So leisten die vegetabilischen Substanzen, welche Menschen und Thiere genießen, bei der Thätigkeit der Muskeln und des Hirns eine Arbeit; die nach ihrer Verdauung ausgeschiedenen Excremente leisten bei der Fäulniß wieder eine Arbeit, indem sie Wärme entwickeln, und die Summe beider Arbeiten ist der ganz gleich, welche jene Stoffe in der wachsenden Pflanze verzehrt haben. Der allgemeine Arbeitsvorrath bleibt unverändert, ist aber in ewigem Kreislauf begriffen.

450. Die noch nicht wirkende, zur Wirkung nur bereite Kraft heißt todte, besser Spannkraft, im Gegensatz zur wirkenden lebendigen Kraft, die eine Arbeit verrichtet. Ein Körper, in dem eine Kraft ist, welcher er wegen eines Hindernisses nicht folgen, sich nicht bewegen kann, übt nämlich eine Spannung oder einen Druck auf seine Unterlage aus. Ein Gewicht an einer Schnur aufgehangen hat nur Spannkraft, beim Fall lebendige Kraft, die sich beim Aufschlagen an der Erde in Schall und Wärme umsetzt, deren lebendige Kraft genau gleich ist der Spannkraft des aufgehängenen Gewichts. Die Summe der vorhandenen lebendigen und Spannkraft in der Welt bleibt immer die gleiche.

451. Der Druck, den ein Kubikdecimeter Wasser von 4° C. Wärme in Paris auf seine Unterlage übt, heißt ein „Kilogramm“,

welches bekanntlich 2 deutschen Zolppfunden entspricht. Den Druck von $\frac{1}{2}$ Kilogramm 1 Fuß Länge hindurch nennt man ein „Fußpfund“ und Kilogrammometer oder Arbeitseinheit den Druck von 1 Kilogramm 1 Meter Länge hindurch, mit anderen Worten Hebung eines Kilogramms 1 Meter hoch. Ein Arbeiter, welcher durch 15 Umdrehungen einer Welle 100 Kilogramm 40 Fuß hoch aufwindet, hat eine Arbeit von 8000 Fußpfunden vollbracht und hat bewirkt, daß die 100 Kilogramme, wenn sie herunterfallen, genau so viel Kraft entwickeln, als er ihnen durch die Erhebung mitgetheilt hat. (Man rechnet in der Mechanik, daß ein Mann ein Fünftel seines Körpergewichts, dieses zu 150 Pfd. angenommen, also 30 Pfd., 8 Stunden lang, $2\frac{1}{2}$ Fuß in der Secunde, demnach 72,000 Fuß weit fortbewegen kann. Den durch diese Arbeit erlittenen Kraftverlust gleicht er in einem siebenstündigen Schläfe wieder aus.)

452. Früher hielt man die durch Reibung verbrauchte Kraft für vernichtet, aber sie hat sich nur in Wärme, Erzitterung und Schall umgewandelt. Jeder Arbeit ist eine gewisse Menge Wärme äquivalent (Mayer), aber nur jene Wärme läßt sich in Arbeit umsetzen, welche von einem wärmern zu einem kältern Körper übergeht. (Carnot.) Eine „Calorie“, Wärmeeinheit, nennt man jenes Quantum Wärme, welches nöthig ist, 1 Pfd. Wasser von der Temperatur des schmelzenden Eises um 1° C. zu erwärmen, welche Wärme einer Arbeit von 1350 Pfd. entspricht, d. h. sie würde in einer von aller Reibung freien Maschine 1350 Pfd. einen Fuß hoch heben. Dieses Quantum Arbeit ist „das mechanische Aequivalent“ einer Calorie. (Foule.) Vier Tonnen Kohle (etwa 4000 Kilogramm) leisten so viel mechanische Arbeit als ein Arbeiter in 20 Jahren; 10 Millionen Tonnen, welche England jährlich verbraucht, also so viel wie $2\frac{1}{2}$ Mill. Menschen in 20 Jahren, oder 50 Mill. Menschen in einem Jahre. 13,500 Schläge eines zehnpfündigen Hammers, der auf eine Eisenstange 1 Fuß hoch fällt, erzeugen so viel Wärme als nöthig ist, 1 Pfd. Wasser auf 100° C., also bis zum Siedepunct, zu erwärmen.

453. Eine Calorie, einer Eisenstange mitgetheilt, setzt diese in den Stand, durch die Ausdehnung, welche sie erfährt, 1350 Pfd.

1 Fuß hoch zu erheben, und dieselbe Kraft übt sie durch die Zusammenziehung beim Erkalten. (Zusammenziehung eines geborstenen Gewölbes im Conservatoire des arts et des métiers.) Ein elektrischer Strom, der in einem Spiralsdraht um ein hufeisenförmiges Stück Eisen kreist, macht dasselbe zu einem starken Magnet, der viele Centner Eisen trägt, und die Elektricität hat sich somit in Magnetismus umgesetzt, der eine Maschine zu bewegen vermag, wobei die Größe der magnetischen Kraft genau der Stärke des elektrischen Stromes entspricht. Ein elektrischer Strom, stark genug, um in Wärme umgewandelt 1 Pfd. Wasser um 1° C. zu erwärmen, liefert zur Zersetzung von Wasser verwendet gerade so viel Wasserstoffgas, als bei der Verbrennung nöthig ist, 1 Pfd. Wasser um 1° C. zu erwärmen. (Liebig.) 1 Pfd. reinste Kohle entwickelt bei der Verbrennung so viel Wärme, um 8086 Pfd. Wasser um 1° C. zu erwärmen; daraus berechnet man, daß die Größe der chemischen Anziehungskraft zwischen den Atomen eines Pfundes Kohle und dem Sauerstoff bei der Verbrennung groß genug ist, um ein Gewicht von 100 Pfd. $4\frac{1}{2}$ Meilen hoch zu erheben. Setzt man einen Magneten in Bewegung, so kann man einen elektrischen Strom hervorbringen, in dem die zur Bewegung verwandte Arbeit wieder als bewegende Kraft oder als Wärme oder als chemischer Proceß zum Vorschein kommt.

454. Um eine chemische Verbindung zu trennen, muß man dieselbe Kraft anwenden, welche die Herstellung derselben erfordert hat; der chemische Proceß fällt so gut unter den Begriff der Arbeit als der mechanische. Jedes Quantum eines bestimmten chemischen Körpers ist ein Vorrath latent gewordener Arbeit, die wieder zum Vorschein kommt, wenn der chemische Körper mit einem andern eine Verbindung eingeht. Soll ein chemischer Körper wieder aus der Verbindung mit anderen zu gesonderter Existenz hervortreten, so ist dazu wieder ein bestimmtes Quantum Arbeit nöthig, die in ihm latent wird.

455. Der Strom einer galvanischen Säule kann nie mehr Wärme erzeugen, als die Verbrennung des in der Säure aufgelösten Zinkes liefert. Dieser Strom kann einen Draht magnetisch machen, und dieser kann dann verschiedene Wirkungen hervorbringen, — alles Folge des chemischen Processes bei der

Auflösung des Zinkes in der Säure. Chemische Proceße sind auch in den organischen Wesen die Ursache der Wärmeerzeugung und der Lebenserscheinungen. Im thierischen Körper wird alle Kraft durch die Wechselwirkung der Nahrungsbestandtheile und des Sauerstoffs der Luft hervorgebracht.

456. Die Wärme, welche die Erde von der Sonne erhält, beträgt nach Pouillet nur $\frac{1}{238,000,000}$ der Wärme, welche die Sonne überhaupt entwickelt, und würde doch von einem Jahre gesammelt hinreichen, eine 100 Fuß dicke Eissrinde der Erde in Wasser aufzulösen. Die Pflanzen werden durch das Sonnenlicht und die daraus entwickelte Wärme in den Stand gesetzt, in Deutschland auf einem Areal von 40 Quadratfuß in einem Jahre etwa $1\frac{1}{2}$ Pfd. Kohlenstoff aus der Kohlenensäure der Atmosphäre abzuscheiden. Dieser durch Verbrennung wieder in Kohlenensäure verwandelt, gibt 12,000 Calorien, so viel Wärme, um 12,000 Pfd. Wasser um 1° C. zu erwärmen. Diese Leistung ist gleich $17\frac{1}{2}$ Million Arbeitseinheiten, welche hinreichen würden $17\frac{1}{2}$ Million Pfd. 1 Fuß hoch zu heben.

457. Während die Thiere unaufhörlich Wärme entwickeln, verrichten die Pflanzen bei ihrem Wachsthum weder Arbeit, noch erzeugen sie Wärme und Licht, sondern verbrauchen solche und zwar eben so viel, als sie beim Verbrennen wieder entwickeln. (Nur in einzelnen Fällen, wo ungewöhnlicherweise die Pflanzen Sauerstoff aufnehmen, entwickeln sie eine specifische Wärme.)

458. Die Wirkung des Sonnenlichtes in den Pflanzen, namentlich der blauen oder chemischen Strahlen, welche sie zur Trennung der Kohlenensäure befähigen, ist dem elektrischen Strom der Volta'schen Säule vergleichbar, welcher das Wasser trennt, indem er in ihm die Anziehung des Wasser- und Sauerstoffs aufhebt. In den von der Pflanze erzeugten Nahrungstoffen ist das Sonnenlicht latent geworden, etwa so, wie in dem durch die Zersetzung des Wassers hervorgegangenen Wasserstoff der elektrische Strom. „Die Sonnenstrahlen vom vorigen Jahre existiren jetzt nur noch in der Kraft des Kohlenstoffes unserer Pflanzen und Thiere, und den Eiweißstoff der dormaligen Thierkörper hätte man früher im Ammoniak der Luft und im Stickstoff anderer Verbindungen suchen müssen.“ (Baumgartner.)

459. Die Pflanze wandelt die unorganischen Substanzen in organische um und verzehrt zu diesem Zweck Wärme, das Thier verrichtet verschiedene Arbeit, die zum Theil in Wärmeerzeugung besteht, deren Quantum der Menge des aufgenommenen Sauerstoffes entspricht. Die Arbeiten des thierischen Organismus sind innere, z. B. die Blutbewegung, die Functionen des Nervensystems, oder äußere, wie die Gliederbewegung. Bei beiden werden bestimmte Quanta von Muskel- und Nervensubstanz auf tiefere chemische Stufen herabgesetzt und es muß der durch die Arbeit erlittene Verlust wieder durch das Blut, beziehungsweise durch die Nahrung ersetzt werden, widrigenfalls Schwächung erfolgt. — Der Muskel erhält seine lebendige Kraft ganz so, wie Wärme durch Verbrennung von Holz gewonnen wird; auch in ihm geht im Austausch der Kohlensäure gegen den Sauerstoff des Blutes eine Verbrennung vor sich. Die in den Nahrungsstoffen gesammelte Spannkraft wird wieder zur lebendigen Kraft, wenn jene Stoffe wieder zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak werden, aus denen sie entstanden sind, was entweder durch Verbrennung oder durch den animalen Lebensproceß geschehen kann. Die in den Thierkörpern erzeugte Wärme ist eben so groß, wie sie die chemischen Proceße liefern müssen, so daß der Thierkörper hierin sich wie die Dampfmaschine verhält.

460. Bei der Umwandlung der unorganischen Substanzen in organische durch die Pflanze werden die festen Verbindungen der Atome zerrissen und in weniger feste mit geringerer Molekülzahl übergeführt. Bei der Wärmeentwicklung im Thierkörper werden die von den Pflanzen stammenden, in der Nahrung aufgenommenen Verbindungen zu tieferen organischen oder zu unorganischen herabgesetzt und die Atome schließen sich wieder fester in einer größeren Molekülzahl zusammen. Das Zurückgehen zu der unorganischen Nahrung der Pflanze ist aber kein vollkommenes, daher auch die vom Thiere geleistete Arbeit der von der Pflanze verzehrten nicht ganz gleich, so daß der fehlende Rest erst außerhalb des thierischen Körpers bei der Verwesung der Auswurfstoffe nachgeholt wird. Die Arbeit der Sonnenstrahlen, in der Pflanze corporifizirt, vom Thiere aufgenommen, wird durch die mechanische Arbeit desselben größtentheils wieder frei.

B. Die individualisirten Naturgestalten.

461. Aus dem unendlichen Lebensgrunde der Natur treten in unabsehbarer Folge concrete individualisirte Wesen in die reale Existenz, als Ausdruck schöpferischer Gedanken, die nach Zeit und Umständen durch morphologische Prozesse realisirt werden. Die ursprünglichsten, auf welchen alle anderen ihren Boden und ihre Heimath haben, sind die Himmels- oder Weltkörper, aus den Urstoffen des unendlichen Raumes geformt; auf ihnen entwickeln sich die Mineral- und organischen Körper.

462. Gemeinsam ist den kosmischen, mineralogischen und organischen Individuen nur, daß in ihnen geschlossene Einheiten dargestellt sind und daß bei allen die Form das Resultat des gestaltenden Triebes und des begrenzenden Widerstandes ist, die sich in der sphäroidischen Form, wie sie die Weltkörper und manche Organismen haben, das Gleichgewicht halten.

463. Die Krystalle haben nur das allgemeine Leben der Materie, nicht das auf sich selbst bezogene der Organismen; ihre Formen sind eckig und wurden von Brunn mit dem allgemeinen Namen Prismoide bezeichnet, die Weltkörper als Sphäroide. Minder glücklich erscheinen seine Benennungen Strobiloid (Strobilus ist der Zapfen der Nadelhölzer) als ideale Grundform der Pflanze: ein Ovoid mit spiralg fort schreitender Entwicklung, dann Actinoid und Hemisphenoid, ersteres für die Strahlthiere, letzteres für alle übrigen Thiere, deren Grundform ein halbirter Keil sein soll. *) —

*) Morphologische Studien über die Geseztungsgeetze der Naturkörper, Leipzig und Heidelberg 1858.

464. Gewisse Gestalten wiederholen sich in den verschiedensten Wesen: manche Nebelflecke gleichen Quasten, Schnüren, Loden, die dendritischen Krystallisationen Algen und Flechten, die Krystallbrusen Korallen und anderen zusammengesetzten Thierformen zc.

465. Neben den ächten Naturformen kommen selten solche vor, in welchen die gestaltenden Kräfte ein Product hervorgebracht haben, welches durch zufällige Zusammenwürfelung der Theilchen und Farben eine mehr oder minder ferne, oft nur durch die Einbildungskraft zu entdeckende Aehnlichkeit mit ächten Naturformen hat. So wollen manche im Monde ein Menschengesicht sehen, hervorgebracht durch die helleren und dunkleren Stellen seiner Oberfläche, mancher Fels, mancher Baumstamm zeigt Aehnlichkeit mit einer Menschengestalt, auf manchem Stein erscheint ein Menschenantlitz. Dieses sind die sogen. Naturspiele.

466. Verschieden hievon sind die Aehnlichkeitsbilder, wo regelmäßig vorkommende ächte Naturformen anderen aus einer ganz verschiedenen Sphäre ähneln und an sie erinnern, manche Blüthen z. B. von Orchideen an Insecten, Spinnen, das große Gehirn an eine Wallnuß, das kleine an eine Kastanie, die Schnecke im Hbrorgan an ein Schneckenhaus. Die Nuß einer Palmenart in Angola, von den Engländern monkey-face genannt, gleicht sehr dem Gesicht eines Cercopithecus, und die reife Kapsel von *Antirrhinum majus* stellt nach Entfernung der Kelchblättchen und des Stieles sogar bis auf die Farbe den knöchernen Schädel eines Affen vor. Gewisse Krystallisationen gleichen Algen und Moosen. Wenn auf saures chromsaures Ammoniat Wärme wirkt, so erzeugt sich Chromoxyd, welches sehr viel Raum einnimmt und merkwürdige, den Theeblättern ähnliche Formen erhält. — Die Naturspiele und auch die Aehnlichkeitsbilder wirken auf den nicht- oder halbgebildeten Menschen bedeutend ein, weil er in ihnen ein stammelndes Sprechen der Naturmacht zu vernehmen glaubt und er sie mit für ihn bedeutungsvollen Gegenständen oder Verhältnissen in Beziehung setzt.

I. Die kosmischen Individuen oder Himmelskörper.

467. Sie gehen als erste concrete Formen aus dem Weltstoffe hervor, als Specificationen aus der Gleichartigkeit, als Vielheit aus der abstracten Einheit, in welcher aber die Keime der Vielheit liegen. Kein Weltkörper ist dem andern gleich, jeder ist ein Unicum. Die Mannigfaltigkeit der Bildungen in den Tiefen des Himmels ist sicher unendlich reicher, als unsere schwachen optischen Mittel erkennen lassen.

468. Definirt man einen Organismus als ein durch Concentration der Weltkräfte entstandenes Einzelwesen, welches aus mechanisch, chemisch und dynamisch verschiedenen Theilen besteht, die alle in solche Wechselwirkung treten, daß durch sie das Bestehen eines Ganzen vermittelt wird, welches auseinander resultirende Veränderungen erfährt und eine bestimmte Dauer seiner Existenz hat, — so müßten auch die Weltkörper für Organismen erklärt werden. Jedoch fehlt den kosmischen Individuen jene Erinnerung, auf welcher die Fortpflanzung beruht, weshalb jedes (gleich einer Person) nur einmal existirt und in ihm Art und Individuum zusammenfallen.

469. Gemeinsam ist den Weltkörpern und Organismen, sich aus einer differenzlosen Einheit zur gegliederten Vielheit zu entwickeln, wodurch bei ersteren das bestimmte Verhältniß von Feuerigem, Flüssigem, Festem und die besondere Beschaffenheit ihrer organischen Natur entsteht. Gemeinsam ist ferner beiden die unaufhörliche Bewegung, so daß ein ruhender Weltkörper so undenkbar ist als ein Organismus ohne Lebenslauf und Periodicität. Denkt man sich einen Weltkörper, z. B. die Erde, ohne seine organische Natur, so würde man ihn für geringer halten müssen, als einen Organismus, denkt man sich ihn, wie es sich gebührt, mit seiner Organisation als ein Ganzes, so erscheint er unermeslich höher, als jedes der organischen Wesen auf ihm.

470. Die Ursubstanz eines sich bildenden Weltkörpers ist nicht etwa Kohlenstoff, Sauerstoff, Silicium, Calcium u. oder ein Gemenge solcher bereits fixirten Stoffe, sondern sie ist ein Chaos von reichster Bestimmbarkeit, in welchem nicht nur die chemischen Stoffe, sondern die Principien aller jener Wesen verschlossen

liegen, die einst auf dem bestimmten Weltkörper zur Erscheinung kommen sollen. Weil aber jeder Weltkörper ein Individuum ist, das seines Gleichen im ganzen Universum nicht mehr hat, so sind in jedem diese Principien anders gestellt und gewogen, womit für jeden eine besondere Beschaffenheit seiner Mineral- und organischen Welt gegeben ist. Alle Stufen und Reihen derselben, von Ewigkeit her gedacht und geschaut im universalen Geiste, erscheinen nun nach immanenten Gesetzen in zeitlicher Folge. Daß auch die organische und geistige Welt z. B. der Erde nur eine zu ihr gehörige Entwicklungsstufe ist, geht aus den unzählbaren Beziehungen derselben zu der Mineral- und Elementarwelt hervor, die nicht denkbar wären, sollte die Organisation der Erde ein ihr Aeußerliches sein. — In jedem Weltkörper sucht sich gleichsam das ganze Universum zu concentriren und im Kleinen auszudrücken, und jeder Organismus spiegelt wieder das Wesen des Weltkörpers ab, auf welchem er erschienen ist.

471. Wenn, was wir Chaos, Urmasse eines Weltkörpers nennen, Alles der Potenz nach enthält, was später auf ihm erscheint, so leuchtet die Unvollkommenheit der Erkenntniß ein, welche in den Weltkörpern bloß todte durch den Weltraum rollende Nebelbälle und Steinclumpen sieht. Das Chaos eines Weltkörpers ist eine Substanz, die weder mit den bloß mineralischen und elementaren, noch mit den organischen Substanzen des späteren Zustandes verglichen werden kann, sie ist etwas *sui generis*. Die mathematisch-physikalischen Bestimmungen und chemischen Metamorphosen für sich allein reichen nicht aus, die Entstehung eines Sonnensystems und noch weniger die Entstehung seiner organischen Welt zu begreifen.

472. Die bedeutendsten unter den Weltkörpern, die eigentliche Ingredienz des Universums sind die Sonnen, die Welten des Feuers, aus der allgemeinen Weltsubstanz, sobald ihre Principien in Wirksamkeit getreten sind, durch Verdichtung hervorgehend. Darum sieht man alle Stufen der Entwicklung, von dem zarten, noch gleichförmig leuchtenden runden Lichtnebel an bis zu der mehr verdichteten, deshalb intensiver leuchtenden Wolke oder Scheibe

mit einem oder mehreren Kernen, endlich zu nebelfreien einzelnen oder mehrfachen Sonnen, in deren Farbe, Glanz, Bewegungsweise sich der Totalausdruck ihres Wesens verkündet.

473. Zwar treten neuere Ansichten jener des älteren Herschel von einer noch immer fortgehenden Bildung der Weltkörper aus formlosem Weltstoff entgegen, und Manche halten den Zustand des Sphärenuniversums für einen vor undenklicher Zeit bestimmten, seitdem stationären, — aber wenn auch jene „schwachen“ und „sehr schwachen Nebelflecke“ Herschel's von unregelmäßiger Form, nicht gestaltloser Lichtnebel, sondern unermesslich entfernte, daher unauflösbare Sternsysteme sind, so dürften doch jene regelmäßigen Aetherscheiben und Kugeln mit einem oder mehreren Kernen (welche im letzteren Fall oft genau an den Enden oder in der Mitte stehen), ferner manche Doppelnebel eben sich gestaltende Sonnen sein. Eben so ein Theil der „planetaren Nebelflecke,“ die einen meist scharf begrenzten, schwach und gleichmäßig erleuchteten, unauflösbaren Kreis oder eine gleich beschaffene Ellipse von wenigen Secunden bis mehreren Minuten Größe darstellen. Gestaltlose Nebel mögen auch jene sein, in welchen man niemals aufblühende Sterne wahrnimmt.

474. Dieses wird, wie es scheint, durch die Spectralanalyse bestätigt. Huggins und Miller untersuchten mit dem Spectralapparat 8 Nebelflecke, die J. Herschel als sogen. planetarische Nebel aufzählt. Ihre Spectern glichen weder denen der Fixsterne noch der Sonne, zeigen nicht wie diese dunkle Linien auf hellem Grunde, sondern helle Linien auf dunklem Grunde, müssen also nach den Aufschlüssen der Spectralanalyse glühende Gasmassen ohne Kern sein, hauptsächlich aus Stickstoff und Wasserstoff bestehend.

475. Andere Nebelflecke, wie der in der Andromeda und im Hercules, erwiesen sich durch die Spectralanalyse als aus distincten Sternen gebildet, zeigten demnach dunkle Linien auf hellem Grunde. Man hat allerdings dagegen eingewandt, daß die Schwäche des Spectrums vieler Nebelflecke vielleicht die dunkeln Linien nicht sichtbar werden lasse, wie denn Secchi wirklich von einem in Sterne auflösbaren Nebelfleck in der Hydra ein Spectrum erhielt, das nur aus einzelnen hellen Linien bestand.

476. Der Nebelfleck im Orion gibt bei der Spectralanalyse ein fast einfarbig grünes Licht mit drei leuchtenden Streifen; sein Spectrum unterscheidet sich sehr von dem Spectrum der kleinen Sterne in ihm, auch zeigen sich im Nebel Veränderungen. Während der Nebel wie andere Gasnebel ein zusammenhängendes Spectrum mit drei Streifen gibt, ist das Spectrum der Sterne des Trapezes sehr hell. Das Licht des Nebels deutet auf einen gasförmigen Zustand, obschon Rosse und Bond ihn als einen Sternhaufen ansehen. Wo das Fernrohr den Nebel wirklich auflöst, sind vielleicht eben Sterne in Bildung aus der gasförmigen Materie begriffen. *)

*) Philos. Transact. 1864, S. 437 ff. Phil. Magaz. April 1865. Secchi, Compt. rend. 1865, p. 543.

477. Des jüngern Herschel Verzeichniß enthält etwa 650 Sternhaufen und 3350 Nebel, ziemlich gleich auf beide Halbkugeln des Himmels vertheilt. Die Sternhaufen liegen fast alle in und längs der Milchstraße, sind selten kugelig, 1—5' groß, meist zerstreut, dann 5—12' im Durchmesser. Ihre Sterne sind von 11.—16. Größe, in den kugligen mehr gleich, in den zerstreuten verschieden groß, in letzteren auch Doppelsterne. Die viel lichtschwächeren Nebel, mit wenig Ausnahmen gegen die Pole der Milchstraße stehend, viel zahlreicher in der nördlichen Halbkugel, sparsamer in der südlichen, sind meist rundlich, theils von gleichförmigem Lichte („planetarische“), theils nach innen heller, bilden Ringe, Nebel mit Kern, sind meist nur theilweise auflösbar, dann ihre Sterne sehr klein. Ihr Durchmesser beträgt selten nur 1—5, bei den meisten 10—40'. Von den 2500 Nebeln und Sternhaufen des älteren Herschel fand der Sohn gegen 200 nicht mehr auf und andere nur zweifelhaft; wahrscheinlich war ein Theil von ihnen teleskopische Kometen.

478. Die Nebelflecke und Sternhaufen sind zum Theil Bildungen von so schwachem Lichte, daß sie nur durch die stärksten Fernröhre sichtbar werden. Sie zeigen keine stärkere Bewegung als höchstens die der Sterne, ihre Entfernung berechnet sich nach Tausenden, ja Millionen Jahren Lichtzeit. Beständen alle Nebelflecken statt aus Massen gestalteter Sonnen, aus ungeformten Lichtnebel, so könnten wenigstens die ferneren

in solchen ungeheuren Distanzen nicht mehr sichtbar sein. Von den Tausenden von Nebelflecken, welche die stärksten Fernröhre zeigen, ist nur ein einziger: die mehrere Quadratgrade großen Capwellen, dem freien Auge sichtbar, und auch in den lichtvollsten Instrumenten erscheint gerade die Mehrzahl nur als lichtschwaches Wölkchen, was auf ungeheure Fernen schließen läßt, besonders wenn man annimmt, daß manche der viel zahlreicheren „schwachen“ und „sehr schwachen Nebelflecke“ nicht bloße Aethermassen, sondern Sternhaufen seien, als welche in großen Fernröhren der in der Andromeda und zum Theil auch der im Orion wirklich in neuester Zeit sich ergeben haben. *)

*) Rosse in Phil. Transact. 1851, II.

479. Näher stehende, daher leichter auflösbare Sternsysteme müssen als Haufen und Gruppen von Sonnen erscheinen, und die drei Klassen Herschel's: „sehr gedrängte und reiche Sternhaufen,“ „dichte Sternhaufen,“ „grob zerstreute Sternhaufen“ mögen zum Theil das Gleiche sein: Sternsysteme in verschiedener Entfernung und von verschiedener Disposition ihrer Elemente, bald mehr zerstreuter, bald gesammelter, letzteres besonders in den kugligen oder linsenförmigen Gruppen, wo Tausende von Sonnen in engem Raume beisammen stehen. Die „grob zerstreuten“ (teleskopischen) Sternhaufen bilden den Uebergang zu solchen Systemen, in welchen schon das unbewaffnete Auge einzelne Sterne wahrnimmt, wie die Plejaden, Praesepe, Gruppe um den Arctur u. Die Plejaden sind ein physisch verbundenes System, dessen Durchmesser nach Bessel $\frac{1}{50}$, nach Mädler $\frac{1}{40}$ seiner Entfernung von unserem Sonnensystem beträgt, welche letztere jedenfalls viele Millionen Sonnenweiten ist. Die Glanzgegend in Orion's Mitte ist nach Mädler ein System größerer Art, wohl 100 Millionen Sonnenweiten entfernt. Gruppen dieser Art, zu deren einer auch unsere Sonne gehört, stellen zum Theil die sogen. Sternbilder dar, deren Sterne also in der Mehrzahl nicht bloß optisch, sondern physisch verbunden sind.

480. In einem jeden dieser kleineren Systeme, welche meist eine unregelmäßige Gestalt haben, kommen wieder die verschiedensten Himmelskörper vor: Einzelsonnen, Doppel- und mehrfache Sonnen, planetarische Nebelflecke, sämmtlich in meist noch

unbekannten Bahnen durch den Raum sich bewegend. Bei den Doppel- und mehrfachen Sonnen, kleineren Systemen innerhalb der größeren und größten, welche an Zahl den einzelnen nachstehen, haben außerdem die Einzelkörper noch eine besondere Bewegung umeinander; jedes Individuum ist zugleich central und peripherisch in verschiedenstem Verhältniß, so daß der Schwerpunkt bald mehr in die Mitte, bald näher oder zunächst an das eine Element, doch nicht in dasselbe fällt, wie z. B. der Schwerpunkt zwischen Erde und Sonne in die Sonne. Die Distanz der einzelnen Glieder der Doppelsterne wechselt von Bruchtheilen einer Secunde bis zu mehreren Minuten. 36 A Daphni und 30 Scorpii stehen 730 Secunden voneinander und sind wahrscheinlich doch physikalisch verbundene Doppelsterne.

481. In diesen Systemen kreisen Sonnen umeinander, häufig von verschiedenen, selbständigen, nicht bloß complementären Farben, — wie denn Struve beim Doppelstern *Aro. 24* im Haupthaar der *Berenice* die blaue Farbe des einen Sternes schon sah, wenn der andere rothe noch außer dem Gesicht war. Und zwar nicht nur 2, 3, 4, sondern auch zahlreichere, bis diese Formation endlich in die aus Hunderten und Tausenden bestehenden Sternhaufen übergeht. Bisweilen sind auch zwei Doppelsternpaare zu einem System verbunden, wie in ϵ und ζ *Lyrae* oder ein oder mehrere Paare mit einfachen Sternen zu einer gemeinschaftlichen Gruppe. Im Sternhaufen des *Hercules* sind wenigstens 18,000 Sterne, alle noch einzeln unterscheidbar; haarförmige Ausläufer ziehen von der Hauptmasse nach allen Seiten. Die „*Magellanswolken*“ sind wunderbar zusammengesetzt aus Einzelsternen, Sternschwärmen, kugelförmigen Sternhaufen, vielförmigen, dicht gedrängten Nebelflecken. An einer Stelle des südlichen Kreuzes stehen über 100 rothe, blaue, grüne und blaugrüne Sternchen dicht beisammen, in großen Fernröhren einem Haufen vielfarbiger Edelsteine gleichend. Manche Nebelflecke und Sternhaufen am südlichen Himmel gleichen vielverschlungenen Schnüren, andere einem Haufen schwärmender Bienen, noch andere Trauben u. (S. *Herschel*.) Die spiralförmigen Nebelflecke hat man erst durch *Hoffe's* und *Bond's* Rieseninstrumente kennen ge-

lernt. — Mit bloßen Augen sind nur vier Nebelflecke zu sehen: der im Orion, der in der Andromeda und die beiden Capwollen.

482. Wesentlich die uns näher stehenden Einzelsonnen stellen nun das dar, was man sonst die Fixsterne, den Fixsternhimmel nannte, und es sind wohl die Fixsterne erster Größe, welche mit unserer Sonne zu einer Gruppe in dem größern von der Milchstraße umfaßten Ganzen vereinigt sind.

483. Nach Argelander gibt es Sterne 1. Größe 20, 2. 65, 3. 190, 4. 425, 5. 1100, 6. 3200, 7. 13,000, 8. 40,000, 9. 142,000, also in jeder folgenden Klasse etwa 3mal so viel als in der vorhergehenden. Ein gutes Auge nimmt nur die Sterne bis zur 6. Größe, also etwa 5000 am ganzen Himmel wahr, alle übrigen sind teleskopisch. In der eigentlichen, nur theilweise auflösbaren Milchstraße rechnet man etwa 18 Millionen, näher an uns wenigstens 2 Millionen. Die Fixsterne 1., 2., 3. Größe sind fast in gleicher Zahl auf die nördliche und südliche Himmels-halbkugel vertheilt. Aber in der nördlichen Halbkugel haben fast alle Gegenden gleich reichlich größere Sterne, in der südlichen treten sie mehr in Gruppen zusammen und lassen verhältnißmäßig sternleere Räume zwischen sich, weshalb der südliche Himmel schöner ist.

484. Die Sterne stehen zwar von den Polen der Milchstraße bis zu ihr und über sie immer zahlreicher, aber die eigentliche Milchstraße bildet neben diesen Sternen ein eigenes, bestimmt begrenztes System, dessen zwar scheinbar so kleine Sterne einen blendenden Glanz haben; die Umgegend aufgelöster Stellen erscheint schuppig und dunkel. (J. Herschel.) Die Milchstraße besteht aus einzelnen großen Gruppen von sehr verschiedener Form und Richtung mit vielen und langen Unterbrechungen dazwischen, die nur für die stärksten Fernröhren sich theilweise und schwach mit Sternen erfüllt zeigen. Die größten und dichtesten Massen der eigentlichen Milchstraßensterne stehen an den ganz unregelmäßigen Randstreifen, die Mitte der Milchstraße ist arm an solchen und enthält fast nur Sterne gewöhnlicher Art. Sie und da laufen Aeste von der Milchstraße aus; der breiteste und längste, jedoch sehr lichtschwache und von gewöhnlichen Sternen überdeckte, ist der vom Cepheus zum Nordpol; ein schwächerer geht vom Perseus nach den Hyaden. Von Cassiopeja bis Capella ist die Milchstraße

zweiarmig; sie ist heller, sternreicher und breiter auf der Seite des Schwans als auf der des Orions, am reichsten ist sie vom Adler abwärts bis zu und mit dem Schützen. Die Pole der Milchstraße sind sternarm; fast $\frac{4}{5}$ ihrer Sterne gehören den Zonen bis 30° an.

485. Das an Herrlichkeit und Ausdehnung die menschliche Vorstellung fast übersteigende System der Milchstraße von etwa 5000 Billionen Meilen Halbmesser (fast 4000 Jahre Lichtzeit) scheint die Form einer Linse zu haben und ist wahrscheinlich, wie ihre Verästelung und ungleiche Breite andeutet, von einem oder mehreren Ringen umgeben. Seine Pole liegen in den Sternbildern des Walfisches und der Jungfrau, in welche unser Frühlings- und Herbstpunct fallen, seine Mitte nehmen die Plejaden ein, zunächst Alkyone; um diese herum befindet sich ein verhältnißmäßig sternärmer Raum, etwa 6mal breiter als der Durchmesser der Plejadengruppe, worauf wieder ein sternreicherer Raum folgt, und so fort, so daß um das Centrum mehrere sternärmere und sternreichere ringsörmige Räume wechseln. Diese Ringe decken sich perspectivisch nicht überall, weshalb die uns nähere Seite, in deren Mitte der Scorpion, gespalten erscheint. Unsere Sonne liegt wahrscheinlich in einer sternärmeren Zone, nicht in der Ebene der Milchstraße, sondern außer dieser, gegen den Herbstpunct hin.

486. Mädler nimmt den Durchmesser der Plejadengruppe zu 600,000 Sonnenweiten an, das Licht braucht von ihr zu uns etwa 15 Jahre. Für Mädler bildet diese Sterngruppe das Gravitationscentrum des ganzen Milchstraßensystems. Bis 20—25° Abstand von Alkyone fand er unter 172 Sternen keine Bewegung nach Norden, wohl aber 60 Bewegungen nach Süden. Ferner sind die Perihelien der allermeisten Planeten und periodischen Kometen der Nordhälfte der Ekliptik zugewandt. Die Convergenzpuncte der Planeten weichen nur 9° , die der Kometen $2\frac{1}{2}^\circ$ von der Stelle der Plejaden ab und theilt man von dieser aus den Himmel in zwei Hälften, so fallen 58 Perihelien in die diesseitige und nur 24 in die jenseitige Hälfte. Dieses Zusammenfallen der Convergenzpuncte mit der Länge der Alkyone sei eine vom allgemeinen Schwerpunkt des Fixsternsystems auf unser Sonnensystem geübte Wirkung, welche freilich nicht die 40 Mil-

lionen Sonnenweiten entfernten Plejaden hervorbringen können, wohl aber die im allgemeinen Schwerpunkt geeinigte Gesamtkraft aller Fixsterne. Sollte sich das Zodiaccallicht wirklich in der Richtung der Plejaden verlängern, statt die Sonne in Ringsform zu umgeben, so wäre dies ein zweiter Stützpunkt. — Unsere Sonne soll über 18 Millionen Jahre zu einem Umlauf um Althone brauchen, die also nicht Centraalkörper des Milchstraßensystems ist, sondern nur an der Stelle seines gemeinschaftlichen Schwerpunktes steht.

487. Gewichtige Gründe sprechen dafür, daß der größte Theil der zu beiden Seiten der Milchstraße und sonst am Himmel wahrnehmbaren Nebelflecke Systeme ähnlicher Art seien, welche sich zuletzt wegen der immer wachsenden Entfernungen auch im lichtstärksten Fernrohr nur als kaum wahrnehmbare Lichtwölken darstellen. (Ein solcher in $13^{\text{h}} 22' 39''$ RA und $48^{\circ} 4'$ PD nahe bei η des großen Bären, Herschel's Nebelfleck No. 25, ähnelt unter allen in Gestalt und Verästelung am meisten unserer Milchstraße.) Aber zwischen diesen in unmeßbare Fernen hinaus mit Weltsystemen erfüllten Räumen gibt es dunkle, ja schwarze, wie die sogen. Kohlenfäcke in der südlichen Halbkugel, die jedoch von Sternen und Lichtstoff auch nicht ganz leer sind. Der auffallendste, am frühesten bekannte von den Kohlenfäcken, früher für ganz sternlos gehalten, enthält doch einen Stern 7. Größe und viele von 11.—13. Größe. (S. Herschel.)

488. Die Ausdehnung des Universums übersteigt demnach die kühnsten apriorischen Vorstellungen, weshalb die Alten, welchen die empirische Kenntniß fehlte, ihm so enge Schranken zogen. Am nächsten stehen uns einige Sterne mit sehr starker eigener Bewegung, vor allen der schönste der Doppelsterne α Centauri in der südlichen Halbkugel, dessen Parallaxe $5''$ ist, nach Henderson und Maclear 225,000 Sonnenweiten oder drei Jahre Lichtzeit entfernt; dann ϵ Cygni, „der fliegende Stern im Schwan,“ nach Bessel schon 580,000 Sonnenweiten von uns, dann α Cyrae, hierauf die Sterne 1. Größe, wie z. B. Arktur mit einer Parallaxe von $2''$, während andere Sterne erster Größe nur eine Sec. oder auch nur Bruchtheile einer solchen erkennen lassen. Die Bewegung der mehr als 500 Sterne, welche

man bis jetzt genauer untersucht hat, ist meist gegen Süden gerichtet, bei unserer Sonne nach einem Punct im Hercules, links vom hellen Stern der Krone. Von zusammengefügten Doppelsternen ist ϵ und δ Hydrae das einzige System, dessen Bewegung genauer bekannt ist. —

489. Von den entferntesten Einzelsonnen bedarf das Licht schon Jahrtausende, um zur Erde zu gelangen, und von jenen Sternhaufen, die zuletzt zu unauflösbaren Nebeln zusammenschwinden, Hunderttausende, ja Millionen von Jahren. Und wenn uns manche Himmelsstellen ganz sternleer erscheinen, so ist es vielleicht nur, weil das Licht ihrer Sterne noch nicht Zeit gehabt hat, zu uns zu gelangen. — Die moderne philosophische Ansicht der Unendlichkeit des Raumes und der Zeit findet an der empirischen Wahrnehmung eine kräftige Stütze. Auch Kant entschied zuletzt für die Unendlichkeit der Sinnenwelt, „weil eine Begrenzung durch leeren Raum und leere Zeit nicht möglich ist“.

490. Von einer Regelmäßigkeit der Anordnung dieser unzähligen Weltkörper ist wenigstens auf unserem Standpuncte nichts wahrzunehmen; die kleineren, wie die größeren und größten Gruppen scheinen in üppiger Fülle, regellos und zufällig durch den Raum ausgestreut zu sein. In manchen kleineren Gruppen sind mächtigere Centralkörper da, in anderen sind die constitutiven Elemente einander nahe gleich. Manche kleinere Gruppen verbinden sich untereinander und diese Vereine treten zu größeren Systemen zusammen, wie unsere Milchstraße ein solches ist. Vereinigen sich mehrere solcher größeren Systeme abermal zu einem noch größeren Ganzen, so wird man auch noch so viele aufeinander häufend und aneinander reihend, doch an kein Ende kommen. „Der unendliche Raum wird nicht ausgefüllt von einer noch so großen Zahl endlicher Systeme. Der kühnste Flug führt nicht zum letzten Ziel; es muß, wenn ein Ende da ist, anderen Begriffen, anderen Vorstellungen, als die wir zu fassen vermögen, angehören.“ Ende.

491. Wo kein Ende, da ist auch keine Mitte. Das Universum mag ein logisches Ganzes sein, es ist aber kein organisches, obschon einheitlich zusammengehalten durch den unendlichen Geist. In manchen Gruppen und kleineren Systemen können

an Masse überwiegende Körper zu Centralpuncten für die anderen werden; für die größeren und größten gilt dieses nicht, und wenn Althone mit den Plejaden ein weiteres Interesse hat, so ist es nur, weil diese schöne Gruppe in der Gegend des Schwerpunctes des ganzen Milchstraßensystems liegt, um welchen sich dessen Millionen Sonnen, unsere mit einbegriffen, bewegen.

492. Die für die Weltkörper (mit Ausnahme der meisten Kometen) charakteristische Form ist das Sphäroid, bei welchem alle Puncte der Peripherie in eine nahe gleiche Beziehung zum Mittelpunct gesetzt sind. Man hat sich zwar vorgestellt, daß es auch scheibenförmige Weltkörper geben könne, um durch diese Annahme das veränderliche Licht mancher Sterne zu erklären, aber diese Form scheint gegen die Natur eines kosmischen Individuums und gegen das Gravitationsgesetz zu sein, — während allerdings Lichtäthermassen und daraus hervorgegangene Sternhaufen häufig die Scheibenform haben. — Die genannte Form steht mit der himmlischen Oekonomie in Verbindung; weil die sämtlichen Körper unseres Sonnensystems symmetrische Sphäroide darstellen, kann bei der Aendrehung und Bahnbewegung eine strenge Periodicität der Tages- und Jahreszeiten erlangt werden.

493. Verhältnißmäßig geringe Abweichungen von der Kugelgestalt, wie sie ohne Zweifel bei allen Weltkörpern vorkommen, bewirken für die Oekonomie eines jeden und seine kosmische Beziehung eigenthümliche Verhältnisse. Auf der Erde z. B. scheinen bei der sogen. Präcession, Vorrückung der Nachtgleichen, die sämtlichen Fixsterne in der Richtung der Ebene der Erdbahn und zwar um etwa $50\frac{1}{4}$ Secunden jedes Jahr vorwärts zu rücken, während in Wahrheit der Punct, in welchem sich der Erdäquator mit der Ebene der Erdbahn oder Ekliptik schneidet, gleichsam zurückgeschoben und daher früher erreicht wird. Dieses geschieht aber, weil die Erde keine vollkommene Kugel, sondern ihr Aequatorialdurchmesser größer als ihr Polar Durchmesser ist, sie daher sich verhält, wie von einem Aequatorialring umgeben und daher von der Sonne und anderen Körpern des Sonnensystems eine Störung erfahrend, deren Resultat die um $50\frac{1}{4}$ Secunde frühere Erreichung des Nachtgleichenpunctes ist. Binnen 26,000 Jahren

durchläuft so der Nachtgleichenpunct die ganze Ekliptik, der Aequator durchschneidet immer andere Sternbilder und der Pol des Aequators beschreibt in dieser Zeit einen Kreis um den Pol der Ekliptik. Auf diesem Verhältniß beruht auch der Unterschied des tropischen Jahres, welches von einer Nachtgleiche zur andern währt, und des siderischen, welches die wahre und eigentliche Umlaufszeit in Beziehung auf feste Punkte des Himmels und jetzt um 20 Minuten 23 Secunden länger ist als das tropische.

494. Gleich unserer Sonne sind die Fixsterne glühende, von gasförmigen Hüllen umgebene Körper. In den Atmosphären vieler finden sich Eisen, Calcium, Natrium, Wasserstoff; letzterer, der im Sonnenspectrum die auffallenden Linien C und F Fraunhofer's hervorbringt, fehlt jedoch im hellsten Stern des Orion. In Aldebarans Spectrum erkennt man Quecksilber, Antimon, Tellur, die auf der Sonne fehlen oder nur in unwahrnehmbarer Quantität da sind. (Huggins und Miller, Phil. Transact. 1864.) Nach Donati spielt wahrscheinlich Eisen eine Hauptrolle in den Atmosphären der Fixsterne. Nach Rutherford (Chamber's Journ. April 1863) zerfallen die Sonnen spectralanalytisch wenigstens in drei Klassen: erstens solche wie Capella, Arktur u., deren Spectern fast ganz dem unserer Sonne gleichen, zweitens in solche, welche wie Sirius weiß erscheinen und deren Spectern ganz von dem der Sonne abweichen, und drittens in die, welche wie α Virginis im Spectrum gar keine Fraunhofer'schen Linien haben.

495. Das Licht der so ungeheuer entfernten Fixsterne kann nur ein selbständiges sein; sie würden sonst bei ihrem unmeßbar kleinen Durchmesser nicht wahrgenommen werden.*) In der That zeigt sich das Fixsternlicht immer unpolarisirt, das erborgte polarisirt. Die Lichtstärke der Sterne hängt nicht allein von ihrer Größe und Entfernung, sondern auch von der Art ihres Verbrennungsprocesses ab. Da die Bildungstoffe in den verschiedenen Gegenden des Raumes mancherlei Mischung haben werden und der Verbrennungsproceß hiedurch so wie durch andere Umstände vielfach modificirt wird, müssen die Sonnen auch verschiedene Farben zeigen. Damit ist nicht gesagt, daß diese Farben, wie Spörer will, immer mit einem bestimmten Stadium

der Entwicklung zusammenfallen müssen, welche übrigens auch individuell verschieden sein wird.

*) Arktur, etwa 600,000mal weiter entfernt als unsere Sonne, hätte, ihn gleich groß wie diese angenommen, einen scheinbaren Durchmesser von nicht ganz $\frac{1}{300}$ Secunde. Die kleinste bis jetzt gemessene Größe ist wohl die der Beta, von Mädler auf 0,29 Secunde bestimmt. Hieraus geht hervor, daß unsere jetzigen Fernröhren bei keinem Fixstern einen meßbaren Körper können erkennen lassen.

496. Die Farben sind bei den Einzelsonnen sehr schwach: weiß, roth, gelb, grünlich, bläulich; bei den Doppel- und vielfachen Sonnen viel intensiver und bei den Elementen desselben Systems oft verschieden, so daß der eine Stern desselben Paares grün oder gelb, der andere roth oder blau erscheint und zwar ursprünglich oder vielleicht in selteneren Fällen complementär. Solche mit anderen verbundene Sonnen sind zugleich leuchtend und beleuchtet.

497. Plötzliches Aufflammen mancher Sterne, wie z. B. bei dem von Tycho de Brahe 1572 beobachteten, beruht auf einer Steigerung des Verbrennungsprocesses, der in manchen Fällen zur Auflösung und Zerstörung führen kann; während des Processes kann ein lichtschwacher Stern wohl den Glanz eines solchen von erster oder zweiter Größe annehmen.

498. In der Nacht des 12. Mai 1866 flammte plötzlich nahe bei α in der nördlichen Krone ein heller Stern auf. Man sah ihn in Athen, in Irland, England, in Rochefort, in Nordamerika als Stern von mehr als 2. Größe, am 15. Mai nur noch 3., am 16. unter 4., am 19. 6., am 23. 8. Größe. Er scheint identisch zu sein mit dem Stern 2765 des großen Argelander'schen Cataloges, der 9—10. Größe ist. Er gab ein doppeltes Spectrum: das Hauptspectrum war gleich dem gewöhnlichen der Fixsterne, das darüber befindliche Nebenspectrum hatte nach Miller und Huggins fünf glänzende Streifen, herrührend wahrscheinlich von glühenden Gasen, Wasserstoffgas und vielleicht noch anderen, deren plötzliches Entweichen aus dem Inneren des Sternes sein Aufflammen und baldiges Wiederverdunkeln veranlaßt und wohl auch den matten Nebel am 16. Mai um den Stern erzeugt hatte.

499. Der periodische Lichtwechsel mancher sogen.

veränderlicher Sterne kann einmal darauf beruhen, daß eine Seite ihrer Photosphäre schwächer leuchtet als die andere oder mehr zur Fleckenbildung geneigt ist, oder in anderen Fällen, daß in regelmäßiger Wiederkehr große Planeten zwischen ihnen und der Erde durchgehen. Unbekannt ist der Stern Mira im Wal-fisch; auch der Polarstern und Rigel sind veränderliche Sterne, von welchen überhaupt 123 bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Die Lichtstärke der Sterne zweiter, dritter, vierter Größe u. ist im Durchschnitt 4mal, 9mal, 16mal geringer als die der ersten, und weil das Licht im Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnimmt, so würde ein Stern erster Größe in der doppelten, dreifachen, vierfachen Entfernung sich als ein Stern zweiter, dritter, vierter Größe zeigen. Der hellste Fixstern ist Sirius, dann folgt, halb so hell, Canopus, dann α im Centaur. Der hellste Stern nördlich vom Aequator ist Vega in der Leier, nicht ganz $\frac{1}{4}$ so hell als Sirius. (Seidel.)

500. Wie alles Geschaffene, sind auch die kosmischen Individuen der Veränderung und Vergänglichkeit unterworfen. Altair im Adler wurde von den Alten als Stern zweiter Größe angegeben, jetzt ist er entschieden erster; Alphard in der Wasserschlange findet sich auf älteren Karten als Stern erster Größe bezeichnet, während er jetzt kaum noch zweiter ist; den Sirius nannten die Alten roth, von welcher Farbe keine Spur mehr vorhanden ist. Viele Sonnen, deren Glühperiode vorüber ist, mögen uns unsichtbar im Weltraum vorhanden sein und auf die Bewegungen ihrer Nachbarn Einfluß üben. Daher zeigt vielleicht Prokion außer seiner allgemeinen Bewegung noch eine besondere von wenig Decennien.

501. Bessel hatte bei Sirius und Prokion erkannt, daß ihre eigene Bewegung nicht geradlinig und nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor sich gehe. Dieß brachte ihn auf den Gedanken, daß Sirius und Prokion Doppelsterne seien und der Begleiter ein dunkler Körper. Sechs Jahre später, 1850, als Bessel nicht mehr lebte, erwies Peters in Altona, daß Sirius in nahe 50 Jahren eine kleine Ellipse am Himmel beschreibe um einen in der Nähe befindlichen dunkeln Körper, welche Ansicht auch Schubert in Berlin und Leverrier hegten. 1862 entdeckte

aber Clark zu Cambridge in Nordamerika einen kleinen Stern achter Größe, 10 Secunden von Sirius abste hend, und man hält nun diesen für den Begleiter des Sirius, so daß sich Bessel's Behauptung wenigstens so weit erwahrt hat, daß Sirius ein Doppeltstern sei.

502. Die Weltkörper, hervorgegangen aus dem ewig bewegten Weltstoff, setzen die bei ihrer Bildung erhaltene Bewegung, die zugleich Rotations- und Bahnbewegung ist, bis zu ihrer Auflösung oder Vereinigung mit anderen fort. Der Kreis ist die typische Bahnform, welche aber durch die Umstände bei der Entstehung und durch die gegenseitigen Einwirkungen aller zu einem System gehörigen Körper vielfach modificirt wird. Einer je höheren Klasse ein Weltkörper angehört, desto einfacher wird die Form seiner Bahn und desto langsamer seine Bewegung sein; die Sonne bewegt sich in einer noch unbekannten Bahn durch den Raum mit einer jährlichen Geschwindigkeit von nur einigen dreißig Millionen Meilen; die Erde folgt der Sonne auf ihrer Bahn und macht ihren jährlichen Umlauf um selbe auf einer Bahn von etwa 120 Millionen Meilen; der Mond folgt zugleich der Erde und der Sonne und bewegt sich um erstere in einer 4wöchentlichen Periode, wodurch eine ungemein verwickelte Bahnlinie entsteht. Monde verhalten sich wie geringere Vasallen, die mehrere Herren über sich haben.

503. Die Einzelsonnen einer Gruppe werden sich um deren ideales Centrum bewegen und ihre Bahnen werden wohl zur Gestalt und Anordnung der respectiven Gruppe in Beziehung stehen. Von einer Anzahl Doppeltsterne kennt man die Dauer der Umläufe genau, von anderen läßt sie sich annähernd erschließen. Der sogen. Argelander'sche Stern, dessen Parallaxe Peters auf $0,141''$, Wichmann auf $0,72''$ bestimmte, ist ein Doppeltstern in $179^{\circ} 9' R. A.$ und $4^{\circ} 10' D.$ im Sternbild der Jungfrau. Der scheinbare Abstand beider Sterne hat sich seit 1796, wo er 105 Sec. war, nur um $1\frac{3}{10}$ Sec. verändert und beträgt 1865 $106\frac{3}{10}$ Secunden. Die Entfernung von der Erde wird auf 4 Billionen Meilen berechnet, er gehört also zu den nächsten Fixsternen. Die Verbindung der Meßinstrumente mit

den Fernröhren, zuerst von Picard und Azout 1662 bewerkstelligt, läßt auch kleinere Verrückungen der Sterne bestimmen.

504. Die Vergleichung des von Bessel auf das Jahr 1755 reducirten Bradley'schen Sternverzeichnisses mit dem von Piazzi von 1814 führte zur Erkenntniß der sogen. eigenen Bewegung der Fixsterne. Die Genauigkeit der Bestimmungen läßt nach Bessel Bewegungen erkennen, wenn sie auch im Jahre nur $\frac{1}{10}$ Secunde betragen. Diese eigene Bewegung ist nicht etwa bloßer Schein, erzeugt durch die Bewegung des Sonnensystems im Weltraum, sonst müßten alle Sterne, denen wir uns nähern, auseinander treten, alle, von denen wir uns entfernen, enger zusammenrücken, während in Wahrheit nur ein Theil von ihnen beides thut, zahlreiche andere hingegen nach allen Richtungen sich bewegen, manche scheinbar still stehen. Die starke eigene Bewegung des Sternes No. 61 im Schwan von jährlich über 5 Secunden führte Bessel zur Bestimmung der Entfernung desselben von unserer Sonne.

505. Neben den Bewegungen im selben System scheint also allgemein eine durch den Raum fortschreitende vorhanden zu sein, und die Gestalt dieser Bahnen wird durch die Form und Anordnung eines größeren Systems, zu welchem die Gruppe gehört, bei unserer Sonne zunächst durch die Milchstraße, bedingt sein. Und um so verschlungener und zusammengesetzter werden endlich auch diese Bahnen und Bewegungen sein, je weiter aufwärts man die Verbindungen kleinerer zu größerer, größeren zu größten und allergrößten Systemen verfolgt, so daß auch hier der menschlich Verstand an eine seine Tragweite weit überragende Entwicklung gelangt.

506. Eine eigene, vielleicht nicht gebührend gewürdigte Ansicht über die Ursache und die Gesetze der Bewegungen der Weltkörper hat Pohl entwickelt. Ihm zufolge bewegen sich dieselben nach der Norm des rotatorischen Elektromagnetismus. Das Newton'sche Gravitationsgesetz hat allerdings formelle Konsequenz, aber es fehlt ihm die principielle Wahrheit, weil Newton das wahre Verhältniß der Erscheinungen verkehrte, „indem er den bloß partiellen Anziehungseffect der Nähe zur universellen Gravitation erhob und die Schwere über Alles setzte, während er den

wirklich universellen rotatorischen Bewegungsantrieb auf einen partiellen Tangentialstoß reducirt“. Das Verständniß sämmtlicher Naturwirkungen sei nur durch die Polaritätsercheinungen möglich.

507. Die Bewegung der Planeten geschieht nach Pohl einmal vermöge der unipolaren Wirkung der Sonne und der bipolaren Circularerregung des Planeten, wie um einen Magnetpol der bipolare Elektromagnet rotirt. Dieß ist die eine Seite, der universelle rotatorische Antrieb, nach welchem die Bewegung, wenn sie bloß dadurch bestimmt würde, eine Kreisbewegung und in allen Punkten gleich schnell erfolgen müßte. Dann aber tritt noch ein individuelles Moment hinzu, nämlich ein periodischer Wechsel des Ueberwiegens der anziehenden und abstoßenden Kraft im bewegten Körper, wonach der Kreis zur Ellipse wird und die Geschwindigkeit sich ändert.

508. Wenn also zwei Massen im Weltraume kosmisch aufeinander wirken, so geschieht es nicht durch bloße Anziehung, sondern durch bipolare Thätigkeitsrichtung. Mit der Anziehung tritt auch die Abstoßung ein, die Massen erregen sich zu beiden Polareffecten in der Verschlungeneit der elektromagnetischen Circularpolarität, wodurch — ohne Newton'sche Tangentialkraft — die rotatorische Bewegung der einen Masse um die andere erfolgt. — Ist die Nebenmasse der Hauptmasse so nahe, daß der repulsive Polareffect von jener durch letztere total zurückgedrängt und die Circular- in Longitudinalpolarität umgekehrt wird, so zeigt sich der particulare Anziehungseffect, z. B. der Erde im Fall der Körper auf sie.

509. Pohl faßt seine Lehre der kosmischen Bewegung in drei Sätze zusammen. „1) In jeder einzelnen Bahn verhalten sich die Geschwindigkeiten des rotatorischen Antriebes umgekehrt wie die zugehörigen Drehungsradien. (Grund des zweiten Kepler'schen Gesetzes. Substantielle Regel.) 2) In je zwei verschiedenen Bahnen verhalten sich dieselben Geschwindigkeiten in sich entsprechenden Punkten umgekehrt wie die Quadratwurzeln der zugehörigen Drehungsradien. (Grund des dritten Kepler'schen Gesetzes. Universell objective Regel.) 3) Die ursprünglich bedingte Kreisbahn gestaltet sich durch die alternirende Prävalenz

des attractiven und repulsiven Effects zwischen diametralen Gegenpuncten, von der individuellen Gegenthätigkeit des Planeten oder Kometen aus, im Conflict mit der universellen, zur Ellipse. (Grund des ersten Keppler'schen Gesetzes. Individuell subjective Regel.)

510. In Folge der himmlischen Bewegungen ist der Anblick des Sternhimmels für uns ein anderer geworden als für die alten Aegypter, Inder und Hellenen. Arktur z. B. hat seit zweitausend Jahren seinen Platz um beinahe $\frac{5}{4}$ Grad geändert, noch mehr der Stern μ in der Cassiopeja und andere. Im Laufe der Zeit entstehen immer stärkere Verschiebungen der Sternbilder und ihrer einzelnen Sterne, Näherung mancher, Auseinanderweichen bei anderen.

511. Das gegenseitige „Balanciren“, ein von Mädler bei gewissen Planetenpaaren unseres Systems hervorgehobenes Verhältniß, kann ein allgemeines Weltgesetz sein, so daß die großen Sternsysteme in einer ihre Bewegungen und Störungen ausgleichenden Anordnung zueinander stehen, die auf unserem beschränkten Standpunct unerkennbar ist, und welche zu große Annäherung der einzelnen Systeme und deren endlichen Zusammensturz auf die längste Zukunft hinaus hindert, ohne daß — wie Schweigger geglaubt hat — für diesen Zweck eine abstoßende Kraft der Sonnen neben ihrer anziehenden angenommen werden müßte.

512. Höchst wahrscheinlich bewegen sich um viele Sonnen, wie um die unserige, Systeme untergeordneter Körper, unseren Planeten und Kometen ähnlich, oder auch von ihnen sehr verschieden. Andere Sonnen haben wohl keine untergeordneten Körper um sich, wie es ja auch Planeten ohne Monde gibt. — Jeder Weltkörper, auch ein Planet, Mond, Komet, ist zunächst für sich selbst und erst in zweiter Linie für andere da.

513. Die Unermeßlichkeit der kosmischen Systeme an Ausdehnung und an Zahl der zu ihnen gehörenden Individuen hat ein Gegenbild in der gleichen Unermeßlichkeit der organischen Individuen schon unserer kleinen Erde und sogar in noch weiterer mikrokosmischer Beschränkung in der unzählbaren Menge der einen einzelnen höheren Organismus, z. B. einen Menschenkörper

bildenden Elementartheilchen. So wiederholen sich Verhältnisse des unermesslichen Raumes und der unbegrenzten Zeit im Kleinen und schnell Vergänglichen.

514. Die Sterne stehen in ungeheuren Distanzen, getrennt durch unermessliche Räume hintereinander, die durch ihre Dunkelheit, Kälte und lebenslose Dede für uns trostlos sein müssen. Aber weil sie scheinbar auf derselben dunkeln Ebene projectirt sind, ergibt sich für uns ein ästhetisch befriedigender Anblick, und zugleich erwachen auch selbst in dem Ununterrichteten Ahnungen der Unendlichkeit und Ewigkeit. Die arithmetischen Tongesetze sind die unumgängliche Bedingung der musikalischen Empfindung, welche nur in den empfindenden Wesen als solche existirt; was wir im Sphären-Universum bloß als Zahlengesetz erkennen, kann in der Anschauung höherer Geister auch Gefühle der Schönheit und des Wohlklangs erwecken.

515. Wer könnte glauben, daß auf der kleinen Erde allein sich eine organische Welt entwickelt habe, und daß die zahllosen Himmelskörper nur todt, mechanisch bewegte Massen seien, wenn man überall den Mechanismus höheren Zwecken dienen sieht? Auf manchen Weltkörpern mag es bis jetzt bloß zu einer Mineralwelt oder niedern Organisation gekommen sein, auf anderen, z. B. den aus dünneren Stoffen gebildeten, sonnenfernen, älteren Planeten, mögen aber Wesen existiren von ätherischer Leichtigkeit und Feinheit, der schnellsten Raumbewegung, des raschesten Empfindens und Denkens fähig. Ueberall wird die Beschaffenheit der Organismen zu der ihres Weltkörpers in bestimmter Beziehung stehen. Die Organisationen im Universum können wieder Gruppen, kleinere und größere Systeme bilden, in welchen die Gesamtorganisation eines Weltkörpers nur als eine Art zählt.

516. Der Geist, obschon seinem Grundwesen nach überall der gleiche, denselben Gesetzen der Logik, Mathematik und Ethik unterworfen, kann an Energie, Einsicht und Wirkungskraft ungleich verschieden, und es mögen ihm anderwärts Verhältnisse von höherer Bedeutung geboten sein. In dem unermesslichen System der vernünftigen Wesen des Universums mag sich die Menschheit nur als ein Individuum, wie ein

einzigster Trieb an einem Niesenbaume verhalten. Sie weiß nichts von den anderen; es ist aber denkbar, daß andere von ihr wissen, und daß eine höchste Intelligenz von Allen weiß.

Unser Sonnensystem.

517. Durch unermessliche Räume auch von den nächsten Sonnen geschieden (α Lyrae oder Wega ist nach Struve 16, 61 im Schwan doch 12 Billionen Meilen entfernt) befindet sich im Milchstraßensystem unsere Sonne, umgeben von einem System um sie kreisender, von ihr abhängiger Körper. Alle sind mit ihr zugleich aus einer gemeinschaftlichen Bildungsmaße hervorgegangen, und wenn jetzt zwischen ihr und den untergeordneten Körpern eine so große Verschiedenheit sich zeigt, so kann diese allein auf dem Erkaltingsproceß beruhen, der in den kleineren Körpern so viel schneller als auf dem mächtigen Centralkörper verlaufen mußte.

518. Der organische Verband zwischen diesem und den peripherischen Körpern ist enger bei den Planeten und Monden, weiter bei den Kometen und Meteoriten. Je enger der Verband, desto unwandelbarer sind alle Verhältnisse, desto mehr nähern sich die Bahnen dem Kreise, desto geringer sind die Bewegungsstörungen; je laxer, desto mehr weichen die Bahnen vom Kreise ab, desto verschiedener sind deren Stellungswinkel zur Ebene des Sonnenäquators, desto mangelhafter differenzirt sind die Substanzen und desto unsicherer ist die Existenz. Gegen die räumliche Ausdehnung und Substanzfülle des Centralkörpers verhalten sich alle peripherischen sehr unbedeutend.

1. Der Centralkörper.

519. Ende hatte 1825 die Parallaxe der Sonne zu $8\frac{1}{2}$ Secunde bestimmt, woraus sich eine Entfernung von 20,682,000 Meilen ergäbe. Hansen hat aus seinen Mondbeobachtungen zu Dorpat und Greenwich 1854 das Resultat gezogen, daß Beobachtung und Rechnung nur dann zusammenpassen, wenn die Entfernung der Sonne von der Erde etwa um ein Dreißigstel kleiner genommen wird. Airy und Leberrier stimmten Hansen bei, letzterer namentlich auch mit Rücksichtnahme auf die Störungen, welche Mars und Venus von der Erde erleiden. Nach Ver-

gleichung der Beobachtungen am Cap mit denen von Pulkowa beträgt die Parallaxe $8,4''_{965}$, was eine mittlere Entfernung von 19,778,000 geogr. Meilen gibt.

520. Zuletzt suchte man das Problem durch die Messung der Lichtgeschwindigkeit im sehr kleinen Raume zu lösen. Indem man diese ermittelt, weiß man den Weg, welchen die Erde in ihrer Bahn in 1 Secunde zurücklegt, und da man die Umlaufzeit der Erde um die Sonne kennt, erfährt man daraus die Größe und den Halbmesser der Erdbahn, also die Sonnenferne. Bereits 1849 hatte Fizeau die Geschwindigkeit des Lichtes auf einer Strecke von nur 8633 Metern messen können; Foucault gelang es neuestens, dieselbe mittelst eines Systems von reflectirenden Spiegeln in einem Zimmer zu messen.

521. Die Sonne, deren mittlere Dichtigkeit nur $1,22$ beträgt, kann dichtere Substanzen nur in geringerer Menge oder nur in Gasform enthalten. W. Herschel stellte sich die Sonne als einen dunkeln festen Körper vor, der zunächst von einer uns grau erscheinenden Wolkenhülle und zuäusserst von der strahlenden Photosphäre umgeben wäre, deren Licht durch die mittelst der Axendrehung in Schwingung versetzten Aethertheilchen entstände; der Raum zwischen Kern und Lichthülle sollte etwa 600 geogr. Meilen betragen. Glanz und Wärme der Photosphäre würden durch die graue Wolkenhülle, welche sehr großes Wärmestrahlungsvermögen und geringe Diathermie habe, so gemildert, daß auf der Oberfläche des Kernes nur ein ewiger Frühling und ein gleichförmig mildes Klima entstände, welches Organisation möglich mache. Den Feuerproceß in der Photosphäre sollten die einstürzenden Kometen und Meteorfugeln erhalten, die alsobald in Gase verwandelt würden. In den Sonnenflecken sehen wir, wenn die Photosphäre stellenweise zerreißt, Theile des dunkeln Kernes; sie erscheinen trichterförmig vertieft, niedriger als die Lichthülle.

522. Jetzt hält man die Sonne für einen brennenden, in höchster Glühhitze befindlichen Körper, über dessen nähere Beschaffenheit jedoch die Ansichten auseinander gehen. Während Faye die Sonnenflecken für Schlackenmassen hält, schwimmend auf der feurig flüssigen Kugel unter der Lichthülle, erklärten sie Andere für dunkle Wolkenmassen, schwebend in der Photo-

sphäre. Diese hat eine niedrigere Temperatur als der Kern, dessen Hitze bedeutend höher ist als der Schmelzpunct des Platins. In der Lichthülle, deren Breite etwa dem fünften Theil des Sonnenhalbmessers gleich kommt, schweben Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Barium in Form glühender Gase, wie die Spectralanalyse nachweist; verhältnißmäßig dunkle Wolken der verbrennenden Massen stellen die Sonnenflecken dar. (Kirchhoff.)

523. Nach Zöllner's genauen Messungen ist die Sonne 618,000 mal heller als der Vollmond; wenn Herschel's Schätzung richtig ist, daß die Sonnenflecken eine Lichtintensität von $0,007$ des Sonnenlichtes haben, so würde ein Sonnenfleck 4326 mal so viel Licht ausstrahlen als eine eben so große Stelle des Vollmondes. Drummond'sches Kalklicht, auf die Sonne projectirt, erscheint als schwarzer Fleck. Spörer tritt Wilson's Trichterhypothese entgegen, der schon vor W. Herschel (1769) die Sonnenflecken für Theile des dunkeln Sonnenkörpers erklärt hatte, und hält mit Kirchhoff die Flecken für Wolkenmassen, schwimmend in der gasförmigen Photosphäre; die Sonnensackeln seien Theile der Sonnenoberfläche unter den Flecken.

524. Nach Spörer sind die Sonnenflecken Rauchwolken, die, von Stürmen getrieben, längere Zeit hindurch ihre Gestalt im Allgemeinen beibehalten, weil die Schwerkraft auf der Sonne die auf der Erde 28 mal übertrifft und die Geschwindigkeit der Stürme nicht in demselben Verhältniß wächst. Wären die Sonnenflecken, welche in beiden Halbkugeln der Sonne bis zu 35° nördl. und südl. Br. gleich häufig erscheinen, Theile eines angeblich dunkeln Kernes, so könnten sie nicht täglich Hunderte von Meilen fortgetrieben werden und dabei wenigstens oft ihre Form bewahren. Wegen ihrer ganz anderen Bestandtheile und so verschiedenen Beschaffenheit zeigen sie, im Gegensatz zu den geballten rundlichen, oft verwachsenen Formen unserer Wolken, scharfe Contouren, oft lancettförmige Gestalten, welche man mit Weidenblättern verglichen hat. Locale Temperaturänderungen werden ihre Entstehung veranlassen; bildet sich über einer solchen Wolke, wo die Dämpfe wegen der Abhaltung der Wärme von unten ihrem Verdichtungspuncte nahe kommen, eine zweite theil-

weise durchsichtige Wolke, so wird diese die graue Penumbra bilden. (Kirchhoff.)

525. Weiß in Wien sah am 12. März 1864, daß zwei Flecken sich gegenseitig deckten und wieder auseinander traten, was ganz unvereinbar mit Wilson's und W. Herschel's Ansicht ist. Manchmal verändern auch die Flecken ihre Form in derselben Stunde, machen Drehungen und schraubenförmige Bewegungen, unter fortwährender Auflösung und Neubildung. Ueberhaupt ändert sich das Ansehen der Sonne ungemein; manchmal ist sie mit unzähligen schwarzen oder grauen Punkten übersäet, anderemal wie marmorirt, bisweilen fast gleichförmig. Einigemal sah man Sonnenflecken am Rande der Sonne als Einkerbungen, also vertieft, was gegen Kirchhoff spricht, nach welchem sie höher schwebende Wolken sein sollen, und für Faye, welcher sie für Schlackenmassen ansieht, durch Erkaltung entstanden. — Nach Secchi ist die erwärmende Kraft der Sonne am Aequator größer als an den Polen, womit wenigstens eine Ursache für Temperatúrausgleichungen gegeben ist.

526. Die sogen. Protuberanzen sind rosen- oder karminrothe wolkenartige Gestalten, die bei totalen Sonnenfinsternissen an verschiedenen Stellen des innern Randes der „Corona“ auftreten, welche der sonnennächste Theil der Photosphäre ist, nach Faye hingegen aus den die Sonne umgebenden glühenden Asteroidenschwärmen bestehen soll, und deren Licht polarisirt ist. Nach Kirchhoff sind die Protuberanzen identisch mit den Sonnenflecken, Rauchwolken, welche auf der durch den Mond unbedeckten Sonnenoberfläche bei starker Blendung des Fernrohrs wegen ihres im Vergleich zu den glühenden Gasen schwachen Lichtes als dunkle Flecken, hingegen am Rande der durch den Mond total verfinsterten Sonne als rothe Wolken sich darstellen. Neueste Beobachtungen widersprechen dieser behaupteten Identität von Sonnenflecken und Protuberanzen; diese letzteren bestehen hauptsächlich aus brennendem Wasserstoffgas und zeigen im Spectrum sehr deutlich die drei charakteristischen hellen Linien des Wasserstoffes. Ihr Licht ist nicht polarisirt.

527. Eine der Protuberanzen bei der Sonnenfinsterniß vom 18. Aug. 1868 glich einem wunderbar gestalteten spiralgewun-

denen Horn von $3\frac{1}{2}$ Minuten scheinbarer, also fast 20,000 geogr. Meilen wahrer Höhe. Die Protuberanzen waren rosenroth, leicht mit Violett tingirt; am nächsten Tage waren sie ganz anders und von der großen hornförmigen kaum noch eine Spur da, was auf stürmische Bewegungen von unglaublicher Schnelligkeit schließen läßt. Der englische Beobachter Tennant kommt zum Schluß, daß die Atmosphäre der Sonne aus einem nicht oder nur schwach leuchtenden Gas besteht und also nur durch reflectirtes Licht leuchtet. Nach Stephan erschien bei jener totalen Finsterniß die Sonne zunächst umgeben von einer sehr schmalen durchleuchtenden Schicht, so glänzend fast wie die Sonnenkugel selbst, auf welche die gewöhnliche Corona folgte. Das Licht dieser ist im Verhältniß zu dem ungemein glänzenden Licht der Protuberanzen immer sehr schwach. Bei manchen Sonnenfinsternissen und auch bei dieser erschienen in der Luft von der Sonne senkrecht auf den Horizont undulirende (einmal auch rotirende) helle und dunkle Streifen, ein Brechungsphänomen.

528. Nach Kirchhoff kommt die Hauptmasse des Sonnenlichtes von dem feuerflüssigen Kern hinter der glühenden Dampfatmosphäre, nach Faye und Janssen von den verdichteten flüssigen oder festen Theilen der Oberfläche des größtentheils dampfförmigen Sonnenballes. Glühende Gase geben im Spectroskop leuchtende Linien, feste oder flüssige Körper dunkle; aber im gewöhnlichen Sonnenspectrum erscheinen durch Absorption der Dampfhülle ihre sonst glänzenden Linien dunkel auf dem farbigen Grunde. Janssen stellte das Spectroskop zugleich auf eine Protuberanz und auf den Sonnenkörper ein und erhielt so ein doppeltes Spectrum, wo die hellen Linien des einen, der Protuberanz angehörigen, den dunkeln des andern entsprechen. Dieß kann man immer versuchen und braucht nicht Sonnenfinsternisse abzuwarten. J. konnte diese riesigen Flammenmassen, zum Theil viele hundertmal größer als die Erde, die in gewaltiger Bewegung sind und in wenig Minuten Stellung und Form ganz ändern, auf der Sonnenscheibe selbst verfolgen und messen. — Norman Lockyer in London hatte aber schon etwas früher die Möglichkeit erkannt, auch ohne Verfinstderung der Sonne die Protuberanzen zu sehen; Janssen scheint unabhängig von ihm ebenfalls darauf gekommen zu sein.

Nach Lockyer befindet sich um die Sonne zunächst eine gasartige Schicht von etwa 1350 Meilen Höhe; die Protuberanzen sind auch nach ihm locale gasartige Anhäufungen.

529. Aus den spectralanalytischen Beobachtungen bei der totalen Sonnenfinsterniß von 1868 glaubt man schließen zu dürfen, daß die Sonne allmählig in einen festweichen Zustand überzugehen im Begriff sei; die Sonnenflecken wären nach Faye Schlacken, über welchen wegen der über ihnen verminderten Hitze sich Wolken bilden, deren Außengrenze als Penumbra sichtbar wird. Das Innere des Sonnenkörpers befindet sich in unbeschreiblicher Gluth, und an den verschiedensten Stellen finden aus demselben Eruptionen von Feuerströmen gegen die Oberfläche statt.

530. Schon früher Schwabe, später Wolf wollten eine Periodicität der Sonnenflecken wahrgenommen haben, eine Abnahme und Zunahme ihrer Häufigkeit, so daß zwei Maxima oder Minima nach Schwabe etwa 10 Jahre, nach Wolf durchschnittlich 11 $\frac{1}{2}$ Jahr voneinander entfernt seien. Nach Sabine und Wolf sollten dann wieder die Sonnenflecken mit den Schwankungen des Erdmagnetismus in Verbindung stehen, so daß die Schwankungen der Magnetnadel mit der Häufigkeit der Sonnenflecken zunehmen, mit ihrem Seltenwerden abnehmen und auch die Nordlichter mit den Sonnenflecken häufiger werden. — Nach anderen Beobachtungen würde sich eher eine Sonnenfleckenperiode von 15 $\frac{1}{2}$ Jahr herausstellen. Sollte eine strenge Periodicität der Sonnenflecken wirklich bestehen, was nicht wahrscheinlich ist, so würde weder Herschel's noch Kirchhoff's und Spörer's Ansicht vom Bau der Sonne sie zu erklären vermögen. Auf Jahres-temperatur und Fruchtbarkeit haben die Sonnenflecken keinen merklichen Einfluß.

531. Nach Spörer (in Anclam) haben große Sonnenfleckengruppen und magnetische Störungen auf der Erde durchaus keinen Zusammenhang. Man hatte die große magnetische Störung, welche zur Zeit der Zerreißung des transatlantischen Kabels 1865 stattfand, mit dem Ausreten einer sehr großen stark verästelten Fleckengruppe in Verbindung gebracht. Die große magnetische Störung meldete sich am 2. August an und trat erst am 3. zurück. Die Fleckengruppe dagegen bildete sich

auf der Mitte der Sonnenscheibe vom 29. bis 30. Juli auf einem Flecke etwa 60 mal so groß als Afrika an einer vorher leeren Stelle und übte zwei Tage lang keine Wirkung auf den Erdmagnetismus.

532. Die mittlere Dichtigkeit der Sonne, wenig größer als die des Wassers, verhält sich zur mittleren der Planeten = 1000:0838, übertrifft sie daher fast um ein Fünftel. Im Centrum des Sonnenkörpers müssen sich wegen der unermesslichen Anziehungskraft immer mehr die schwersten, dichtesten und feuerbeständigsten Stoffe sammeln. In der flammenden Photosphäre verbrennen die näher gegen die Oberfläche abgelagerten leichteren Substanzen, welche die Spectralanalyse nachweist. Der riesenhafte, alle Vorstellungen übersteigende Combustionsproceß läßt die Sonne, deren Ansehen in starken Fernröhren sich fortwährend ändert, als einen fluthenden Feuercean erscheinen; man sieht auf ihr oft unzählige bewegte Lichtpuncte auf dunklerem Grunde, entstehende und vergehende dunkle Flecken oft von einer Ausdehnung von Hunderttausenden von Quadratmeilen, wirbelnde Bewegungen in großen Flecken, stellenweise Anhäufungen stärker leuchtender Substanz, sogen. Sonnenfackeln, nach Manchen dem Sonnenkörper selbst angehörnd.

533. Nach Pouillet gibt die Sonne so viel Wärme ab, daß an ihrer Oberfläche in jeder Stunde eine 10 Fuß dicke Schicht dichtesten Kohlenstoffs, jährlich also eine Schicht von $3\frac{1}{2}$ Meilen Mächtigkeit verbrennen müßte, um sie hervorzu bringen. Dieser Wärmeverlust wird gedeckt durch Einstürzen von Meteormassen in sie und durch die langsam wachsende Verdichtung und Contraction des ungeheuren Sonnenkörpers; eine Verminderung seines Durchmessers um $\frac{1}{10,000}$ muß so viel Wärme erzeugen, um für 200 Jahre zu reichen. — Am 1. Sept. 1859 verbreitete sich über die Sonne plötzlich ein ungewöhnlich starker Lichtglanz unter auffallender Störung der Magnethadel und einem darauf folgenden sehr glänzenden Nordlicht; Armstrong glaubt in Folge des Einsturzes eines Meteorschwarmes in die Sonne. Beim Mercur-Durchgang am 5. Nov. 1868 sah man in Bern östlich vom Planeten einen größern eiförmigen schwarzen Punct, der mit Mercur in der gleichen Distanz sich zum westlichen Sonnen-

rand bewegte, — wohl ein Meteorschwarm. Von der unermeßlichen Strahlenfülle der Sonne kommt nur ein kleiner Bruchtheil den Körpern ihres Systems zu statten; die größte Masse geht als lebendige Kraft in den Weltraum über.

534. Man kennt noch immer nicht genau die Umdrehungszeit des Sonnenkörpers. Die Fleckenbeobachtungen geben $25\frac{1}{2}$ Tag oder etwas weniger oder mehr. (Wuys-Ballot berechnet 25 Tage 17 Stunden 48 Minuten.) Nach Nevander und Wuys-Ballot wärmt eine Seite der Sonne stärker als die andere, womit auch Secchi's Beobachtungen übereinstimmen. Carrington fand, daß, wenn man die Sonnenrotation aus den dem Aequator nahen Flecken berechnet, man eine kleinere Rotationszeit erhält als aus Flecken höherer Breiten. Ferner fand Carrington, daß 1854, 1855 und noch Anfangs 1856 die nördliche sowohl als südliche Fleckenzone ziemlich nahe am Aequator lagen, vom Sommer 1856 hinweg unmittelbar nach dem letzten Minimum die meisten Flecken hingegen in viel höheren Breiten auftraten, in den folgenden Jahren aber sich von beiden Seiten her langsam wieder dem Aequator näherten. — Es ist zu erwarten, daß in dem Combustionsproceß der Sonne Strömungen und Schwankungen verschiedener Art stattfinden werden.

535. Die feine um die Sonne ausgebreitete Materie, deren innere Theile man bei totalen Sonnenfinsternissen als sogen. Corona silberweiß leuchtend sieht, erstreckt sich rings um die Sonne in weiter ungefannter Ausdehnung und geht vielleicht am Aequator in die Materie des Zodiacallichtes über, welches an der Sonnenrotation nur noch mit seinen inneren Theilen participirt. An der Innengrenze der Corona zeigen sich die genannten Protuberanzen, rothglühende Punkte, Hügel, Streifen, aus welchen man Strahlen schießen und rothe Wolken aufsteigen sieht, in Folge des gewaltigen Combustionsprocesses auf dem Sonnenkörper.

536. Das Zodiacallicht kann nicht, wie Mairan glaubte, eine Atmosphäre der Sonne sein, welche entweder selbst leuchtet oder von ihr beleuchtet wird, wegen ihres schnellen Umschwungs so stark abgeplattet, daß sie als Streifen in der Richtung des Sonnenäquators erscheint, — weil das Gravitationsgesetz eine bis zur Mercursbahn reichende Sonnenatmosphäre nicht zuläßt,

sondern ist wahrscheinlicher ein Nebelring um die Sonne. Wie das Kometenlicht, ändert es die Lage hinter ihm befindlicher Sterne durch Refraction nicht, kann also nicht gasförmig, sondern muß aus discreten Theilchen gebildet sein wie die Kometensubstanz. Manche wollen das Zodiakallicht durch Kometen entstanden sein lassen, die auf die Sonne gestürzt sind und sich mit ihr vereinigt haben.

537. Durch den Feuerproceß werden die Fixsterne zu belebenden Mittelpunkten für die um sie kreisenden untergeordneten Körper und machen auf diesen eine organische Schöpfung möglich. Es ist eine verkehrte Auffassung, die Planeten für vorzüglicher als die Sonnen zu halten, weil auf ihnen eine organische Natur vorkommt, die auf jenen Feuerwelten fehlt. Die organische Natur der Planeten ist nur möglich durch die Licht- und Wärmeentwicklung der Sonne; sobald diese bis auf einen gewissen Grad abgenommen hat, wird das Leben auf den Planeten in Erstarrung versinken, während auf der Sonne dann eine organische Schöpfung entstehen und ebenfalls bis zu ihrer Erstarrung dauern kann.

538. Die Erscheinungen bei einer totalen Sonnenfinsterniß, die Unruhe und der Schrecken der Thiere schon vor derselben, wie sie z. B. Mädler*) bei der vom 28. Juli 1851 beobachtet hatte, wo doch der Himmel bedeckt und regnerisch war, zeigen außer dem physischen Einfluß, den die Sonne als Quelle des Lebens übt, auf einen psychischen hin, wo alles Ungewöhnliche, was sie betrifft, in seiner verhängnißvollen Bedeutung geahnt wird.

*) *Astronomie*, 5. Aufl., S. 181.

2. Die peripherischen Körper.

A. Die rhythmischen und endogenen.

539. Um die Sonne bewegen sich in theils elliptischen, theils hyperbolischen Bahnen eine Anzahl kleinerer Körper verschiedener Art. Bei den Planeten und Monden (wenn man von unserem Monde, der die Spuren der Feuerwirkungen so deutlich zeigt, auf die übrigen schließen darf) sind in Folge der fortgeschrittenen Erstarrung feste dunkle Massen, zum Theil mit Wasserbedeckung und atmosphärischen Hüllen entstanden. Von eigen-

thümlicher Lichtentwicklung sind bei ihnen nur schwache Spuren vorhanden, so die Polarlichter der Erde, das Licht in der Nachtseite der Venus; unwahrscheinlich ist eigene Lichtentwicklung auf Jupiter, da die Schatten seiner Monde, wenn sie, die Sonne verdeckend, über ihn weggehen, rabenschwarz sind. Die Dichtigkeit der Planeten und Monde scheint, wie bei der Erde, von außen nach innen zuzunehmen; von Jupiter ist dieß wenigstens ausgemacht, da seine Abplattung noch größer sein müßte, wenn seine äußeren Massen dichter wären als die inneren, oder er gar eine Hohlkugel darstellte. — Ganz abweichend verhalten sich die aus zerstreuten Massen gebildeten Kometen.

540. Jeder Planet hat eine scharf ausgesprochene Individualität, so daß auch die nächst verwandten, z. B. Erde und Venus, Jupiter und Saturn, trotz mancher Ähnlichkeit doch wieder große physische Differenz zeigen. Sogar die Spectra lassen etwas hiervon erkennen; Natrium und Eisen sind erkannt in den Atmosphären von Mars und Venus; die Spectra von Jupiter und Saturn gleichen sich und zeigen beide im Roth eine starke schwarze Linie, sind aber von dem der Sonne etwas verschieden. (Secchi, Phil. Magaz., Juli 1865.)

541. Die Planeten scheiden sich deutlich in drei physisch sehr abweichende Gruppen.*) Die erste begreift die sonnennahen, dichten, mäßig großen. Sie nehmen den ersten Bierundzwanzigtheil des Halbmessers des Systems ein, bewegen sich sämmtlich etwa binnen 24 Erdenstunden um ihre Ase, sind wenig abgeplattet, erreichen höchstens $\frac{1}{355,500}$ der Sonnenmasse, sind $3,3$ — $17,7$ dicht, haben eine Geschwindigkeit ihrer Bahnbewegung von $3,4$ — $6,7$ Meilen in einer Secunde und bedürfen zu einem Sonnenumlaufe höchstens $687\frac{1}{4}$ Erdentage. Auf ihnen walten die dichten Substanzen, namentlich die schweren Metalle, und der Magnetismus vor. Ringbildung kommt bei ihnen nicht vor, und nur ein einziger ist von einem Monde begleitet.

*) Möbier glaubt 1842 zuerst auf die Unterscheidung der Planeten in drei charakteristische Gruppen aufmerksam gemacht zu haben; — es ist aber dieses bereits 1837 von mir in der Allgemeinen Naturgeschichte I, 222 ff. geschehen, wo ich drei Ordnungen: 1) sonnennähere dichte Planeten, 2) intermedieäre, zwerghafte Planeten oder Asteroiden, 3) sonnenerne, kolossale, wenig dichte Planeten aufgestellt und diese näher charakterisirt habe.

542. Der sonnennächste, kleinste und zugleich dichteste, auf welchem die schwersten Metalle, Gold, Platina oder ähnliche, überwiegen mögen, ist Mercur, jener funkelnde, wegen seiner Nähe an der Sonne nur selten sichtbare Stern; auf ihn folgen mit stets abnehmender Dichtigkeit die glänzend weiße Venus, der schönste Stern, so räthselhaft hinsichtlich ihrer Oberflächenshaft und doch in ihren fundamentalen Bestimmungen der Erde so ähnlich; hierauf die Erde, für die das Eisen charakteristisch ist, mit deutlichster Differenzirung in feste, flüssige und gasige Massen, allein unter denen der ersten Gruppe mit einem Monde versehen, dann der roth leuchtende Mars, an Größe der Venus und Erde nachstehend, an physischer Beschaffenheit der Erde noch am ähnlichsten, mit kaum merkbarer Abplattung, ziemlich dichter Atmosphäre, wahrscheinlich mit Wasserbedeckung eines Theiles seiner Oberfläche und mit Eis- und Schneebedeckung. *)

*) Phillips im Phil. Magaz. April 1865.

543. Leverrier schloß 1866 aus seinen Rechnungen über die Bewegung des Mercur auf einen der Sonne noch nähern Planeten. Schon manchmal, so 1866 Lescarbault, wollte man schwarze Punkte vor der Sonne vorübergehen gesehen haben und hatte den hypothetischen Planeten sogar schon Vulcan benannt. Flecken, die man auf Mercur wahrgenommen haben wollte, wurden auf eine Atmosphäre desselben gedeutet, auch vermuthet man sehr hohe Berge auf ihm. Die Oberfläche der Venus zeigt sich so gleichförmig, daß oft unter den günstigsten Verhältnissen kaum eine Spur von Flecken auf ihr wahrnehmbar ist. Wie deutlich würden sich von ihr aus die Länder und Meere der Erde zeigen! Das noch unerklärte Leuchten ihrer Nachtseite scheint dem festen Körper selbst anzugehören. Die röthliche Farbe des Mars will man von einer verhältnißmäßig warmen und feuchten Atmosphäre herleiten; unsere Erde muß wegen Luft und Meer, von anderen Planeten gesehen, grünblau erscheinen.

544. Die zweite Gruppe begreift die kleinen (mit Ausnahme der Vesta) sämmtlich teleskopischen, in verschlungenen, gestreckten Bahnen sich bewegendenden Planeten, Asteroiden genannt. Zugleich sind diese Bahnen, welche noch innerhalb des ersten Zwölftheils des Halbmessers des ganzen Systems liegen, viel

mehr als bei der ersten Gruppe, nämlich die auf 37° zur Ebene des Sonnenäquators (Ekliptik) geneigt; die Masse aller zusammen ist mehrere tausendmillionenmal geringer als jene der Sonne, und das ganze Heer dieser Pygmäen erscheint wie eine Schaar von Monden, denen der Hauptplanet fehlt. Wegen ihrer Kleinheit erleiden sie namentlich vom Jupiter die bedeutendsten Störungen; die Atmosphären mancher scheinen sehr veränderlich.

545. Die Asteroiden, von welchen Hunderte existiren mögen, sind sämmtlich erst im 19. Jahrhundert entdeckt worden, und man kennt bis 1868 sechsundneunzig derselben. Die Störungen des Mars erweisen, daß die Gesamtmasse des Stoffes der Asteroiden nur etwa ein Viertel von der Masse der Erde betragen kann. (Leverrier.) Das kleinste Asteroid ist Atalanta; ihr Durchmesser beträgt nur 4, Meilen, ihre Oberfläche nicht ganz 80 Q.-M.; sie wird von der Erde an Volumen $40^{1,2}$ millionenmal übertroffen. Der Kubikinhalt wechselt bei ihnen von 33—61,600 Kubikmeilen. Ein Theil ihrer Bahnen greift ineinander, so daß, wenn man sie unter der Form von Drahtlingen sich vorstellte, sie nicht auseinander genommen werden könnten, wie die sich umschlingenden Bahnen der anderen Planeten. So greifen in die Bahn der Ceres die der Hebe und Juno ein, in jene der Pallas die der Parthenope, Iris, Metis, Flora, Victoria, Juno und Hebe; in die Bahn der Vesta jene der Hebe, Juno, Victoria, Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope; in die Junobahn greifen ein die der Parthenope, Asträa, Metis, Vesta, Ceres, Victoria, Hebe, Pallas und Egeria. (d'Arrest.) Die Hypothese von Olbers, daß die Asteroiden durch Zertrümmerung eines zwischen Mars und Jupiter vorhandenen größeren Planeten entstanden, ist aufgegeben, und man nimmt lieber an, daß sie aus einem zerfallendem Nebelring hervorgegangen seien.

546. Die dritte Gruppe bilden die kometenförmigen, kometalen, wenig dichten Planeten, deren Bahnen die äußeren tiefen Abtheil von Galaxis des Planetensystems einnehmen. Sie gründen sich aus durch ein System, welches das der Erde des über 1000 mal übertrifft, während die Dichtigkeit bis zu ein Zehntel der Erstdichtigkeit herabsinkt, durch langsame Bahnen und sehr schiefe Neigungsbewegung, starke Abkühlung an den

Polen, dichte Atmosphären mit zonaler Anordnung und gewaltigen raschen Veränderungen, weshalb man sie als die elektrischen Planeten bezeichnen kann. Auf ihnen dürften die leichten Metalle der Erden und Alkalien überwiegen. Sie sind sämtlich von Monden umgeben, herrschende Centren ansehnlicher Partialsysteme.

547. Der sonnennächste von ihnen ist Jupiter, der größte aller Planeten, die Erde an Masse 340mal, an Volumen 1333mal übertreffend, mit vier Monden. Auf ihn folgt Saturn mit acht Monden und einem System frei um ihn schwebender Ringe, die, wie es scheint, aus einer flüssigen Substanz gebildet und eben deshalb in ihrem Ansehen etwas veränderlich sind. In seiner Atmosphäre erlangt die zonale Anordnung der Gas- und Dunstmassen die höchste Ausbildung zu zahlreichen vielfarbigen Streifen.*) Bei Uranus, dem kleinsten Planeten dieser Gruppe, wollte Herschel sechs Monde gesehen haben, nach Lassell sind nur vier da, die er Ariel, Umbriel, Titania und Oberon nannte. Die Masse des Uranus gibt Lassell zu $\frac{1}{20,574}$ der Sonnenmasse an. Größer ist Neptun, der von Valande schon 1792 gesehen, aber für einen Fixstern gehalten, von Leverrier (eigentlich schon früher von Adams) aus den Störungen des Uranus errechnet, von Galle aufgefunden wurde. Neptun, ein teleskopischer Stern 7.—8. Größe, soll dichter sein nicht nur als Uranus, sondern selbst als Jupiter und die Sonne, und er zeigt sich also auch darin, wie in der Verletzung des Gesetzes von Titius abnorm. Bei einem Durchmesser von 8900 Meilen ist er 144mal größer als die Erde und ist wenigstens von einem Monde begleitet, den Lassell 1847 entdeckte.

*) Lassell in Schumacher's astronomischen Nachrichten, No. 922.

548. Die Planeten zeigen eine bestimmte Proportion ihrer Abstände von der Sonne, welche in einer arithmetischen Reihe höherer Ordnung ungefähr also zunehmen: Mercur 4 , Venus $4 + 3 = 7$, Erde $4 + 6 = 10$, Mars $4 + 12 = 16$, Asteroiden $4 + 24 = 28$, Jupiter $4 + 48 = 52$, Saturn $4 + 96 = 100$, Uranus $4 + 192 = 196$, während bei Neptun eine sehr merkliche Abweichung von diesem von Titius*) aufgestellten Gesetze eintritt, indem seine Distanz bedeutend geringer ist, als sie nach demselben sein sollte. Trotz der kleineren

und größeren Abweichungen von diesem Gesetze deutet dasselbe doch auf eine gemeinschaftliche Urmasse des Sonnensystems und auf eine wechselseitig bedingte Entstehung der bezüglichen Körper aus derselben.

*) Titius in seiner Uebersetzung von Bonnet's Betrachtungen über die Natur.

549. Mädler hob hervor, daß die Aehnlichkeit der Gestalt und der kosmischen Verhältnisse sich noch deutlicher in gewissen Planetenpaaren ausdrückt, wie Erde und Venus, Ceres und Pallas, Jupiter und Saturn, Uranus und Neptun, welche an Größe, Masse, physischer Beschaffenheit und äußerer Erscheinung sich ähnlich sind. Am Firmament der Venus ist die Erde der glänzendste Stern, wie an unserem Venus.

550. Die mittlere Grundebene aller Planetenbahnen fällt stets zwischen die Bahnebenen des Jupiter und Saturn und von ihr weicht die Grundebene des Jupiter nur 18 Minuten, des Saturn 55', der Erde 96' ab. Nach dem Gravitationsgesetz kann sich keine Neigung einer Planetenbahn vermindern, ohne daß die andere sich vermehrt und umgekehrt. Weil die Bahnebenen der mächtigsten Planeten Jupiter und Saturn immer auf verschiedene Seiten der Grundebene fallen, balanciren diese zwei Planeten alle übrigen und hindern für alle Zeiten das maßlose Anwachsen der Neigung ihrer Bahnebenen, welche wieder die Jahreszeiten und was damit zusammenhängt, bestimmen, so daß die Lage der Saturn- und Jupiterbahnen gegeneinander für alle übrigen bestimmend wird. Saturn und Jupiter wirken so aufeinander, wie in einem Doppelhebel die beiden Arme. Verlangsamte Jupiter seinen Lauf, so beschleunigt ihn Saturn und umgekehrt; stört Jupiter durch seinen Lauf die Bewegung anderer Planeten, so wird die Störung durch Saturn wieder ausgeglichen und umgekehrt. Alle Störungen gleichen sich in verschiedenen langen Säcularperioden wieder aus. Im kleineren Maße balanciren sich Erde und Venus, so wie die Glieder der anderen Paare. So ist der Bestand des ganzen Planetensystems mit Vermeidung einer ermüdenden Monotonie bei reizender Mannigfaltigkeit auf eine unberechenbare Zukunft gesichert. (Mädler.)

Die Monde.

551. Die Nebenplaneten oder Trabanten haben als gemeinschaftlichen Charakter, daß ihre Rotations- und ihre Umlaufszeit um die Hauptplaneten in eines zusammenfällt, weshalb sie den letzteren stets die gleiche Seite zu kehren, und daß ihre Bahnen ziemlich in der Aequatorialebene ihrer Hauptplaneten liegen, daher beim Uranus fast senkrecht auf der Bahn des Hauptplaneten stehen, da der Aequator desselben fast senkrecht auf seiner Bahn steht. Gebundenheit an den Hauptplaneten und Bestimmtheit durch ihn liegt im Wesen eines Mondes; an ihn gefesselt, kehrt er ihm stets die schon bei der Entstehung stärker entwickelte gewölbtere Seite zu. Nicht alle Monde dürften gleich dem unserigen, dessen schlackenhaftes blasiges Ansehen auf gewaltige Feuerwirkungen deutet, ohne Gas- und tropfbarflüssige Hüllen sein.

552. In den Mondsystemen der großen Planeten treten Beziehungen und Proportionen zwischen einzelnen Monden hervor; die Umlaufzeiten des ersten und dritten Saturnmondes, dann des zweiten und vierten verhalten sich zueinander wie 1: 2. Im System der Jupitermonde sind die ersten drei in ein Verhältniß zueinander gesetzt, so daß 247 Umläufe des ersten, 123 des zweiten und 61 des dritten stets 437 $\frac{1}{7}$ Tag währen. Der vierte Jupitermond weicht auch physisch von den drei ersten silberweiß glänzenden durch sein trübes rothgelbliches Licht ab, was auf eine bedeutende Atmosphäre schließen läßt, und auch die äußeren Saturnmonde, welche, wie der äußerste Jupitermond, mit den inneren in kein Verhältniß treten, weichen physisch von letzteren ab.

553. Nach Hansteen stellt das Umdrehungsverhältniß der vier magnetischen Erdpole, wie Schweigger es ansieht, einen harmonischen Dreiklang dar; jene des sibirischen Magnetpols währt 864 Jahre, des amerikanischen Südpols 1269, des amerikanischen Nordpols 1728, des neuholländischen Südpols 4320, ein Verhältniß = 2: 3: 4: 10, wie in einem nachklingenden harmonischen Dreiklang: o, g, o e, wo allerdings die Terz eine Octave höher als gewöhnlich bei den Nachklängen liegt. Dasselbe Zahlenverhältniß tritt in den Distanzen der Monde der großen

Planeten hervor, in deren Umlaufzeiten, so wie in den Distanzen der Hauptplaneten hingegen ein Verdopplungsverhältniß.*)

*) Schweigger, über die Umbrehung der magnetischen Erbpole und ein davon abgeleitetes Gesetz des Erabanten- und Planetenumlaufs, Halle 1854.

554. Es ist wohl mehr als Zufall, daß der Mond der Erde und die äußersten Monde des Saturn und Jupiter für ihre Hauptplaneten ein Gegenbild der Sonne darstellen. So hat der Erdenmond für uns den scheinbaren Durchmesser der Sonne, und steht 216 seiner Halbmesser von uns ab wie die Sonne und dreht sich in etwa gleicher Zeit um seine Ase wie die Sonne. Die äußersten Monde der genannten großen Planeten zeigen sich daselbst in der Größe der Sonnenscheibe; ihr Abstand von dem Hauptplaneten beträgt so viele Mondhalbmesser als der Abstand ihrer Planeten von der Sonne Sonnenhalbmesser, und erscheint, von der Sonne aus gesehen, nahe so groß, als der Abstand unseres Mondes von der Erde, nämlich $8' 31''$.

555. Der Erdenmond bildet mit der Erde ein kleines Partialsystem, das einzige in der ersten Gruppe der Planeten. Die Masse der Erde, welche sich nach Carlini zu der des Mondes $= 80,08 : 1$ verhält, ist in demselben so überwiegend, daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt von Erde und Mond noch in den Erdkörper selbst fällt, jedoch näher der Oberfläche als der Mitte. Seine und der Erde (vielmehr der Sonne) Bewegung wurden schon im frühesten Alterthum beobachtet, aber so verwickelt ist der Lauf des Mondes durch die Schwerewirkung zugleich der Erde und der Sonne und die Perturbationen anderer Planeten, namentlich der Venus und des Jupiter, daß nur die schnelle Ausgleichung dieser Störungen die Schwierigkeiten der Berechnung minder fühlbar macht. Zweifelhaft ist, ob der Mond neben seiner optischen auch eine physische Libration habe.

556. Die Urmassen, aus welchen Erde und Mond entstanden sind, konnten nicht so sehr verschieden sein, daß durch sie die außerordentliche physische Differenz des Mondes erklärbar wäre; diese muß vielmehr in dem verschiedenen Entwicklungsgang begründet sein, den beide genommen haben und der größtentheils in der geringen Größe des Mondes und seinen

viel lebhaftern plutonischen Processen begründet war, die frühe seine Erkaltung und Erstarrung herbeiführten. Dem Monde fehlt eine Luft- und Wasserbedeckung, damit die organische Natur, auf ihm kann kein Feuer brennen, nicht geathmet werden.

557. Weil des Mondes Polaraxe fast senkrecht auf seiner Bahn steht, so haben seine Pole nie Nacht. Weil er ferner in 28 Tagen seinen Umlauf um die Erde macht, haben alle Punkte seiner Oberfläche (mit Ausnahme der polaren) 14 Tage hellsten Sonnenschein und eben so lange finstre Nacht, wenn sie nicht vom Erdenlicht beleuchtet werden. Des Mondes erborgtes Licht entwickelt bei uns kaum eine Spur von Wärme. Er und die Erde sind die einzigen Weltkörper, deren plastisches Relief bekannt ist, aber vergeblich erwartet man, auch mit den größten Instrumenten, auf dem Monde Gegenstände deutlich zu sehen, die unter 4000 Fuß lang und breit sind, obschon Rossé's Spiegelteleskop noch solche von 250 Fuß als schwindende Pünctchen wahrnehmen läßt.

558. Die Mondphotographie, mit der sich in neuester Zeit Viele beschäftigt haben, unter Anwendung sehr empfindlicher Reagentien und mächtiger Fernröhre, verspricht eine neue Quelle der Erkenntniß des Mondes zu werden. Die Lunar Committee der britisch Association beabsichtigt, die ausgezeichneten photographischen Bilder von Warren de la Rue zur Basis einer 6' im Durchmesser haltenden Mondkarte zu benutzen. Es hat sich gezeigt, daß optisch gleiche Theile der Mondoberfläche chemisch verschieden auf die Platte wirken, so daß man auf Stoffverschiedenheit der einzelnen Theile schließen kann.

559. Der Erdenmond ist eine riesige Schlackenugel, auf der man schon mit schwach bewaffnetem Auge ebenere und erhöhte Stellen, hellere und dunklere Gegenden unterscheiden kann. Die ebeneren, dunkleren Gegenden wurden, als man den Mond noch für einen der Erde vergleichbaren Himmelskörper hielt, Maria, kleinere oder Einbuchten größerer Paludes oder Sinus genannt.

560. Die wenig zahlreichen Bergketten, welche hinsichtlich ihrer Construction noch mit denen auf der Erde verglichen werden können, nannte man auch nach denselben und hat demnach auf

dem Monde Alpen, Pyrenäen, Apenninen, Caucasus, Taurus, Altai etc., welche jedoch hinsichtlich der Gruppierung und des Verlaufes den gleichnamigen Gebirgen der Erde keineswegs ähnlich sehen, und so wenig eine gesetzmäßige Anordnung zeigen als die Gebirge der Erde, obschon dieses Montani (Compt. rend. 1865 p. 482) für die Mondgebirge, wie Elie de Beaumont für die der Erde behauptet hat. Es fehlt auch nicht an Einzelbergen, die oft aus ganz ebenen Gegenden sich erheben, und Hügel gibt es eine unermessliche Zahl, auch in den Maren.

* 561. Die charakteristische Gebirgsform jedoch, welche die Oberfläche des Mondes wie ein podennarbiges Gesicht erscheinen läßt, sind die zu vielen Tausenden vorkommenden Ringberge, d. h. die Wälle um die zahlreichen runden Vertiefungen, welche wie auf einer Schlacke in der noch weichen Masse durch Entweichung der Gase gebildet wurden. Sie kommen vor von vielen Meilen bis zu einigen hundert Fuß Durchmesser, so daß auch die kleinsten stets noch so groß sind, wie die Vulkane der Erde. Ihr Inneres ist tiefer eingesenkt als die Gegend außer dem Walle, hat aber keinen Schlot wie unsere Vulkane, häufig aber einen oder mehrere Centralberge, welche sich aus der Mitte der concaven Einsenkung erheben. Manchmal ist nur das Loch ohne Wall vorhanden. Oft reihen sich ganze Züge kleiner Krater wie Perlen aneinander, andere senken sich in die Wälle der großen oder in die Centralberge ein.

562. Von manchen Ringbergen oder Ringgebirgen laufen mehr oder minder lichte Strahlen, oft Hunderte von Stunden weit fort, besonders im Vollmond sehr deutlich, ohne Zweifel aus lichterem Gesteinen bestehend, welche man dem Ausgehenden unserer Granit- und Porphyrgänge vergleichen wollte, und welche auf dem Monde sichtbar würden, weil die neptunischen Sedimentbedeckungen fehlen. Hätte man aber hier emporgedrückte Gesteinmassen vor sich, so müßten sie, hie und da überfließend, Hügel und Berge über den Spalten gebildet haben, was nicht der Fall ist, so daß ihre Bedeutung räthselhaft bleibt, wenn es nicht etwa Lavaströme sind.

563. Endlich finden sich noch, über die ganze Oberfläche gesetelos zerstreut, ein paar hundert kürzere und längere schwarze,

gerade Linien, die sog. Rillen, kassende Spalten, bei sehr vorgeschrittener Erhaltung entstanden, daher wegen der schwächeren Eruptionskraft und zäheren Masse von unten her nicht mehr ausgefüllt.

564. Die wohlumschriebenste der großen Flächen ist das Mare Crisium, etwa vom Flächeninhalt Böhmen's, mit einem Gebirgsfranz im Süden, dessen Gipfel sich bis 14,000 Fuß erheben; die Ringgebirge im Westen haben merkwürdiger Weise keine Centralberge. Die Fläche ist grau, mit schwach grünlichem Schimmer. Beim Mare Serenitatis soll die Peripherie dunkelgrau, das ganze Innere im Vollmond rein grün sein mit einem breiten weißen Lichtstreifen. (Mädler.) Lamont versichert aber, nie etwas von der grünen Farbe der Mondmaren haben sehen zu können, die also vielleicht nur optisch, in der Beschaffenheit mancher Fernröhre begründet ist.

565. In dem durch viele Rillen ausgezeichneten Mare Vaporum liegt die berühmte Rille am Hyginus, eine Spalte von 23 Meilen Länge und nur 5000 Fuß Breite, welche 10 kleine Krater durchsetzt und offenbar nach ihnen entstanden ist. Im Sinus Medii ist es halb vom Sonnen- halb vom Erdenlicht (weil die Erde fast stets im Zenith steht) immer so hell, daß man lesen könnte. Der Sinus Aestuum ist auffallender Weise ganz ohne Krater. Im Mare Imbrium erheben sich gerade aus der Ebene einige gewaltige Felspyramiden, darunter Pico, 6624 Fuß hoch, von blendendem Glanze. Das größte aller Maren ist der Oceanus Procellarum von 90,000 Quadratmeilen Fläche. Im Mare Nubium finden sich viele isolirte Berge, das Mare Humorum soll meist schön grün sein, seine Krater immer weißlich. Lichtgrau ist das Mare Nectaris.

566. Die prachvollste, um die Zeit des ersten Viertels schon einem unbewaffneten scharfen Auge sichtbare Gebirgskette des Mondes sind die Apenninen, bei welchen man mit dem Fernrohr wohl 3000 Berge und Hügel wahrnimmt. Ihr höchster Gipfel, Huygens, ragt 16,392 Fuß über das Mare Imbrium empor und trägt auf der Spitze einen kleinen Krater. Von dem nördlichsten Berge dieser Kette, dem 14,200 Fuß hohen Hadley, muß man eine wundervolle Aussicht auf die gegenüber liegende Kette des

Caucasus haben. Gegen Süden verlaufen sich die Mond-Alpen in ein Hochland, am Nordrand stürzen sie noch steiler gegen die Palus Putrebinis und das Mare Imbrium ab, als die Erdalpen gegen die Lombardie. Am Sinus Iridum findet sich vielleicht die prächtigste aller Mondlandschaften; die aus hellen Gesteinen bestehenden Gebirge glänzen ungemein, sind steil, chaotisch wild, von Alpenhöhe, schön und mannigfaltig gruppiert und ihr höchster Gipfel ragt 14,000 Fuß hoch empor.

567. Der Caucasus bildet den Ostrand eines Hochlandes und eine seiner Spitzen erhebt sich mehr als 17,000 Fuß über das Mare Imbrium. Die Mondalpen stehen an Länge so wie an Höhe den Alpen der Erde absolut sehr nach, indem sie nur 34 Meilen weit sich erstrecken und ihr höchster Berg wenig über 11,000 Fuß misst. Sehr merkwürdig und ohne Gleichen ist die gewaltige Kluft, welche diesen Gebirgszug durchsezt, 18 Meilen lang bei einer Breite von $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Stunden, 10,800 Fuß tief eingesenkt, mit zerrissenen Rändern. Man könnte sich vorstellen, daß eine gewaltige, aus dem Mare Imbrium kommende, nordwestlich strömende Fluth die Bergkette durchbrochen habe, verböten nicht wichtige Gründe die Annahme sehr großer Wassermassen auf dem Monde und zwar in allen Perioden seines Daseins. — Fast doppelt so lang als die Alpen streichen die Karpathen, deren höchste Gipfel nur 9000 Fuß erreichen, während die des Altai — eines der wenigen Gebirgszüge der südlichen Halbkugel — über 12,000 Fuß ansteigen.

568. Von den unzählbaren sogen. Kratern mit ihren kreisförmigen, seltener elliptischen, in einigen Fällen hufeisenförmigen Wallgebirgen mag Geminus erwähnt werden, dessen Wall 15,700 Fuß hoch, ist und Manilius, der aus so hellen Gesteinen besteht, daß er manchmal schon im Erdenlicht sichtbar wird, dann Eratosthenes und Copernicus, letzterer ebenfalls im Erdenlicht sichtbar, mit mehr als 10,000 Fuß hohem Wall, an der inneren Abhängung in prachtvollen Terrassen abfallend, ein Strahlensystem ausstrahlend. Zwischen ihm und Eratosthenes liegen ganze Reihen niedlicher kleiner Krater dicht aneinander. Bei Aristoteles zeigen sich reizende regelmäßige Hügelketten und eine Menge kleiner Berge und Hügel, die wie Felsblöcke umher liegen. Im Plato

ist die Innenfläche besonders dunkel, beim Harpalus 15,000 Fuß tief eingesenkt, daher fast nie ohne Schatten. Aristarch ist die glänzendste Stelle auf dem Monde; das Innere seines Ringgebirges wirft die Strahlen des Erdenlichtes wie ein Brennspiegel zurück.

569. Beim Timäus finden sich ganz gerade verlaufende Hügelketten, die ein Viereck einschließen und in demselben zwei kleinere, die ein ziemlich regelmäßiges Kreuz bilden, so daß man bei schwachen Vergrößerungen glauben könnte, ein Kunstproduct vor sich zu haben. Besonders wild und zerklüftet ist die Umgebung des gewaltigen Thcho, der ein Strahlensystem auf Hunderte von Stunden aussendet. Das Ringgebirge Schickard ist so groß wie die Schweiz und der Wall aus Tausenden von einzelnen Bergen gebildet, die wieder von zahlreichen Kratern durchbrochen sind. Bei Kircher ist das Innere 17,000 Fuß, bei Newton sogar 22,400 tief eingesenkt, so daß hier viele Stellen sind, die nie Sonne oder Erde erblicken. Die innere Böschung des Theophilus, wo die Einsenkung über 17,000 Fuß beträgt, hat zahlreiche Terrassen und die Umgegend ist sehr malerisch. Bei Catharina ist der Ringwall zerbrochen, beim imposanten Petavius ist er doppelt und das Innere hat eine Rille. Beim Fraunhofer findet sich statt des Centralberges eine quere Thalschlucht; Riccius, Rabbi Levi und Bagut sind alle miteinander verbunden und auf das wildeste zerrissen.

570. Die meisten Gebirgsketten und größten Maren gehören der nördlichen Halbkugel an, während die südliche an Ringgebirgen viel reicher, viel wilder ist und von gewaltsameren Processen zeugt. Die Gegend um den Nordpol hat nichts Eigenthümliches, die Berge sind niedriger als am Südpol, höchstens bis 9000 Fuß hoch. Im Vollmond ist dieser Pol sehr hell, besonders durch das Strahlensystem, welches vom Anaxagoras ausgeht. Am Südpol, der zum Theil durch das Ringgebirge Malapert verdeckt ist, finden sich ungeheure Randberge, die zum Theil über 23,000 Fuß hoch, in ewigem Sonnenlichte glänzen und deutlich über den Rand emporragen, so daß man sie im Profil sieht und an manchen niederen Stellen zwischen ihnen in die jen-

seitige uns immer abgewandte Halbkugel des Mondes hinüber blicken kann. An beiden Polen finden sich auch Rillen.

571. Dem Monde fehlen bekanntlich Luft und Wasser, mit letzterem neptunische Gebilde und Auswaschungsthäler. J. Herschel will zwar ebene Stellen gesehen haben, die er für Alluvialbildungen hält, aber es ist dieses sehr zweifelhaft, da keine Abschwemmung und Verwitterung stattfindet. Unter solchen Umständen können sich alle Bildungen fast unverändert erhalten. Die Temperaturänderungen sind nicht bedeutend genug, um sehr merkliche Vorgänge zu veranlassen, der chemische Proceß findet wenig Spielraum, das organische Leben fehlt.

572. Der vulkanische Proceß, in früherer Zeit geglaubt, später geleugnet, ist vielleicht doch nicht ganz erloschen. Von Halley an wollte man bei totalen Sonnenfinsternissen auf der dunkeln Mondscheibe aufblitzende Punkte wahrgenommen haben; so nach Halley, Hevel, Louville 1715, Ulloa, Arenda, Wintuifen 1778, dann Herschel, Balz 1842, Hart 1854, Zantedeschi, Wüllersdorff; man suchte aber das auf andere Weise oder für Täuschung zu erklären. Aber am 10. Mai 1862 sah Schmidt in Athen westlich neben dem Aristarch gegen 15 Rillen und eine Gruppe aneinander gebrängter Krater, die weder Mädler noch Schmidt früher am Berliner Refractor wahrgenommen hatten und im Herbst 1866 war nach demselben Beobachter der Krater Linné im Mare Serenitatis verschwunden, indem er vermuthlich durch eine eruptive flüssige Masse ausgefüllt worden war, so daß ein kegelförmiger Berg von sehr geringer Höhe und großem Umfang entstand. Breite tragenartige Halonen, wie man deren in den Maren häufig findet, scheinen einen ähnlichen Ursprung zu haben. Auch Secchi behauptet, der Krater Linné sei durch eine helle Masse angefüllt worden und in der Mitte sei ein Aufschüttungs- oder Aschenkegel entstanden. Am 10. Mai 1867 sah Schmidt den Linné als einen hellen schattenwerfenden Hügel von etwa 500 Toisen Durchmesser und 500' Höhe. In Paris sah man in demselben einen kleinen Krater und im Umkreis des Linné eine Anzahl viel kleinerer, Krater tragender Hügel, was an den Borullo und dessen Umgebung zur Zeit der Aufschüttung erinnert.

573. Auch die fortgesetzte Verdichtung mag im Laufe der

Jahrtausende einige Veränderungen herbeiführen, im Ganzen und Großen scheint jedoch der Mond ziemlich fixirt zu sein. Zu diesem Zustande in einer unbekannt langen Bildungszeit gelangt, hat er vielleicht in früheren Perioden Luft und Wasser gehabt, aber beides durch die Wirkung des Feuers verloren. Ob ein Theil des Wassers, wenn er solches hatte, sich nach der Erhaltung als Eis erhalten hat, und viele glänzend weiße Gebirge ihr Ansehen dem Eise verdanken, ist zweifelhaft. Die größten Ringgebirge sind wohl die ältesten; die stufenweise kleineren, die nach ihnen entstanden, haben an vielen Stellen die älteren durchbrochen.

574. Mit der Atmosphäre fehlt auch der Schall und die Dämmerung, so daß auf die Nacht, wo sie nicht vom Licht der Sterne, namentlich der Erde erleuchtet wird, ohne Uebergang der grelle Sonnenschein folgt. Das Firmament ist tief schwarz, denn es fehlt die Luft, welche die blauen Strahlen zurückwerfen könnte; am schwarzen Himmel zeigen sich Sonne und Erde als Scheiben von intensivstem Lichte. Lautlose Stille herrscht, keine Wolken ziehen in der Höhe, kein Strom, kein Meer schlägt seine Wellen. Ringsum eine höchst fremdartige Gebirgswelt, fremdartig in Anlage, Construction und Gruppierung, wie in den nackten Gesteinen die sie zusammensetzen und deren Beschaffenheit keine Pflanzenbedeckung verbirgt. Ist die Sonne nicht da, so leuchtet die Erde mit hellem Lichte, und zeigt, eine himmlische Uhr vom regelmäßigsten Gange, alle 24 Stunden auf das deutlichste ihre Meere und Länder. Wesen von Fleisch und Blut können hier nicht leben, nur Geister, die in der Betrachtung des Himmels ihren Genuß finden mögen. Für die Erde ist der Mond ein lieblicher Begleiter, welcher den Reiz des Aufenthaltes auf ihr ungemein erhöht. Sein Licht wirkt mit magischer Gewalt auf Gemüth und Phantasie und erregt empfindliche Nervensysteme mit specifischer Kraft. — Die weiße Farbe des Mondes am Tage entsteht durch Vereinigung des gelben Mondlichts mit dem Blau der Atmosphäre. (Arago.)

B. Die arrhythmischen meist exogenen Körper im Sonnensystem:

Meteoriten, Kometen und Sternschnuppen.

575. Kosmischer Bildungstoff, nicht zur Darstellung der Fixsterne, der Haupt- und Nebenplaneten verwendet, scheint, in

kleineren und größeren Anhäufungen im Weltraum zerstreut, die Erscheinung der planetaren Nebelflecken, in größerer Nähe die Sternschnuppenringe, Kometen und Meteoriten hervorzubringen. Er zeigt sich zum Theil concentrirt und individualisirt zu unzählbaren Meteoriten, die von mehreren hundert Fuß Durchmesser bis herab zu Stäubchengröße vorkommen; ein ungleich zarterer kosmischer Bildungstoff liegt den Kometen und Sternschnuppen zu Grunde.

576. Die Meteoriten bestehen aus dichten Substanzen, die wahrscheinlich ein Residuum der für das Sonnensystem verwendeten sind. Durch sie, wenn sie explodiren, gelangen außer-terrestrische Substanzen auf die Erde, stürzen als Meteorsteine und Meteor Eisen herab und erlauben uns die Betrachtung von etwas, was nicht der Erde entstammt. Man unterscheidet metallische und erdige und sie bestehen hienach theils aus gebiegenen Metallen, namentlich nickelhaltigem Eisen, theils aus erdigen und steinigen Substanzen, welche Krystalle erkennen lassen und in manchen Fällen doch auch kleine Eisentheilschen einschließen. Die metallischen enthalten außer dem regulinischen und Nickeleisen auch Schwefeleisen, Phosphornickeleisen (bis jetzt in keinem irdischen Körper gefunden), Phosphornickel und Kobalt, Kupfer, Chlor. Am 9. Juni 1866 fiel nächst Nagy in Ungarn nebst mehreren kleineren ein Meteorstein von 8 Centnern Schwere; es soll der größte sein, den man kennt; Meteor Eisen aber kommt in viel bedeutenderen Massen vor, Hunderte, ja Tausende von Centnern schwer.

577. Nach Rose (Abh. d. Berliner Akad. der Wissensch. 1863) verhalten sich die Meteoriten als Gemenge wie die Gebirgsarten. Er unterscheidet einmal Eisenmeteoriten: Meteor Eisen, Pallasit, Mesosiderit, dann Steinmeteoriten: 1. Chondrit (der häufigste), 2. Howardit, 3. Chassignit, 4. Chladnit, 5. Shalkit, 6. kohlige Meteoriten, 7. Eutrit. Das Meteor Eisen ist eine Verbindung von Eisen mit 3—9 Proc. Nickel und enthält außerdem noch Einnengungen, welche, wie v. Widmanstätten gezeigt hat, durch das Aetzen polirter Schnittflächen erkannt werden. Diese kleinen eingemengten Krystalle hat man als Rhodrit und Schreibrit bezeichnet, die beide aus Phosphornickeleisen zu bestehen

scheinen. Pallasit ist ein Gemenge von Meteoreisen mit Olivin, Mesosiderit besteht aus Meteoreisen, Olivin, Augit, Troilit. In den Meteorsteinen findet man Eisen, Magnetkies, Olivin, Chromeisenerz, Anorthit, Thonerde, Kali, Natron, Nichteisen, Schwefelchrom, Sheparbit, Kieselsäure, Magnesia, Kalk, Schwefeleisen, Augit, Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Carbonate, zum Theil krystallinische, Manganorydul, Zimmsäure, Kupferoryhd, Kobaltorydul, Hyalofiberit, Hypersthen, Anorthit, Albit, Chromit, Lithion. Nach G. Rose scheint in den Meteoriten das tellurische Magneteisenerz durch das kosmische Chromeisenerz ersetzt zu sein und alles Eisenoryhd scheint zu fehlen. Tellurischen Gebirgsarten gleichen nur der Eukrit und Chassignit. — Die eigenthümlichen „Widmanstätten'schen“ Figuren auf der Fläche angeschliffener Meteoriten deuten auf eine besondere mechanische Structur und die Meteoriten verdienen mikroskopische Untersuchung.

578. Daubrée (Compt. rend. 1862, 1866) hat Meteorsteine geschmolzen, in welchen der Olivin und Enstatit wesentliche Bestandtheile bilden und die gewissen Gebirgsarten der Erde verwandt sind. Indem er diese, namentlich den Herzolith, einer reducirenden Einwirkung unterwarf, erhielt er Producte, den Meteoriten ähnlich; es gelang ihm auch die Nachbildung des Meteoreisens mit den Widmanstätten'schen Figuren bis auf einen gewissen Grad, so wie die Nachahmung von Meteorsteinen durch Schmelzung des Serpentin mit Eisenkrüchen. Olivin, Herzolith und Serpentin scheinen nicht bloß auf der Erde, sondern überhaupt im Planetensystem eine bedeutende Rolle zu spielen. Die feinkörnige Beschaffenheit der Meteorsteinmassen und die unregelmäßige Gestalt der eingestreuten Eisenkörner lehrt, daß bei ihrer Bildung eine niedrigere Temperatur herrschte als bei den Experimenten erforderlich ist und die steigende Tendenz der Metalle Eisen, Magnesium, Silicium zur Oxydation zeigt, daß bei der Bildung der Meteor Massen ein gewisser Mangel an Sauerstoff vorhanden war, was bei den analogen Gebirgsarten der Erde nicht der Fall ist.

579. Von kohlenstoffhaltigen Meteoriten kennt man nur 7, einer war zu Rabá in Ungarn gefallen, ein anderer 1838 am

Vorgebirge der guten Hoffnung. Shepard nennt sie anthracitische Litholithe und theilt sie wieder in Atalene, zerreibliche, und Anatalene oder feste. Nach Geinitz ist das in den Meteorsteinen gefundene Wasser nur hygroskopisches, irdisches, um so mehr, als man in Meteorsteinen nie Zeolithe, diese so gewöhnlichen wasserhaltigen Silicate gefunden hat. Der Graphit und amorphe Kohlenstoff in ihnen kann primär da sein, braucht nicht von Organismen zu stammen, wie dieses Wöhler will. Humus- und bitumenartige Stoffe, Ammoniak u. kamen an die Meteoriten wohl erst durch das Liegen in der Erde. Aus den Meteoriten kann man weder auf Wassergehalt noch auf organisches Leben im Weltraum schließen. Stickstoff findet sich nicht nur in den sog. plutonischen und den vulkanischen Gebirgsarten, sondern auch in den Meteorfugeln, in welchen das Eisen vorwaltet, während andere Kohlenwasserstoff enthalten. (Delesse.) Elemente, welche auf der Erde nicht vorkämen, hat man in den Aërolithen nicht gefunden, so daß wenigstens für sie Hevel's Wort gilt: *Eadem coelorum et terrae materies*. Manche Meteorsteine wurden im Alterthum verehrt und in den Tempeln aufbewahrt (*ἀγάλματα δεικνύται*, Bättylen); so das Palladium in Troja, das Symbol der Diana zu Ephesus, jenes des Sonnengottes Elagabal zu Emessa in Syrien, das Symbol des Mars zu Rom, der schwarze Stein in der Kaaba zu Mecca.

580. Ihre Explosion in der Nähe der Erde ist noch ungegriffen. Sie gelangen nach der gewöhnlichen Meinung als feste kalte Massen in die Erdatmosphäre und entzünden sich bei ihrer kosmisch schnellen Bewegung durch die Reibung erst in dieser, leuchten, schmelzen außen, explodiren, so daß die Trümmer herabstürzen, oder lösen sich in Dünste auf, die manchmal noch einige Zeit in der Luft sichtbar bleiben, wie ich bei dem vom 11. Juni 1867 zu Bern sah. (Die Sternschnuppen leuchten schon außer der Atmosphäre in großen Fernen, explodiren nicht und schleudern keine festen Massen auf die Erde.) Nach Jul. Schmidt explodiren gerade die detonirenden, sehr starkes Licht entwickelnden Meteore in sehr bedeutenden Höhen von mehr als 15—16 Meilen; die Erdatmosphäre allein kann also das Glühen nicht bebingen. Er meint, die Erde besitze außer der Attraction noch andere Eigenschaften

und zwar periodisch veränderliche, welche das Leuchten der Meteore bedingen oder begünstigen, sie bewege sich zu allen Zeiten unter Meteoren, aber die günstigen Bedingungen zum Leuchten seien nicht immer vorhanden. (Sitzungsberichte der k. k. Akad. Oct. 1867.) Warum will S. die Ursache des Leuchtens nicht lieber in den Meteoren selbst suchen? — Wollte man mit Bischoff die Detonation durch das plötzliche Erkalten des Meteors bewirkt werden lassen, so begreift man wieder nicht, welches Medium in solchen Höhen den Schall leitet, der oft so gewaltig ist, daß meilenweit der Boden und die Gebäude zittern. Nach Karsten ist die Explosion Folge der starken Zusammenziehung durch die ungleich beschleunigte Abkühlung der Rinde und des Kernes. — Manche durchschneiden bloß die Erdatmosphäre und setzen dann ihre Bahn wieder fort.

581. Teleskopische Meteore werden nach Schmidt auch fast in jeder Nacht in ungemein großer Zahl wahrgenommen, manchmal sieht man sie auch am Tage als schwarze Pünctchen vor der Sonnenscheibe vorüber ziehen. Am 1. Sept. 1859 sahen Högson und Carrington in einer großen Fleckengruppe der Sonne stark leuchtende Puncte plötzlich aufflammen, — vielleicht ein auf sie stürzender Meteorschwarm.

582. Die Phänomene, welche die Meteoriten zeigen, wenn sie die Erdatmosphäre durchstreifen, mit plötzlichem Lichtglanz die Nacht erhellen, mit der Schnelligkeit fast des Gedankens vorüberziehen, im Laufe weniger Minuten in fernen Ländern sichtbar werden, müssen nach der chemischen Zusammensetzung, der Geschwindigkeit der Bewegung und den besonderen Umständen der Entzündung verschieden sein. Viele sind glühroth, andere gelb oder orange, vielleicht durch Schwefeldämpfe, grün, wenn sie Kupfer, Chlor oder Schwefelnickel enthalten. Manche ziehen einen Schweif nach. Die herabstürzenden Stein- und Eisenmassen schlagen mehr oder weniger tief in die Erde; Meteore haben auch schon Häuser entzündet. Ihre Zahl muß sich durch Sturz auf die Sonne und die Planeten fortwährend vermindern, während diese sich durch sie vergrößern.

Die Sternschnuppen.

583. Meist in weißem Lichte glänzend, aus unbekannter Substanz bestehend, bei der es ungewiß bleibt, ob sie zur Erde niedersteigend, sich in Staub auflösen oder theilweise gallertartige Residuen hinterlassen, werden Sternschnuppen sporadisch in jeder Nacht, aber zweimal des Jahres in auffallend großer Menge beobachtet. Das massenhafte Erscheinen der Sternschnuppen auf der Nordhalbkugel der Erde am 9.—10. August und 13.—14. November hat zuerst auf die Vorstellung von zwei Sternschnuppenringen geführt, welche die Erde bei ihrer jährlichen Bahnbewegung durchschneidet, und in neuester Zeit hat sich ein unerwarteter Zusammenhang dieser Ringe mit Kometen herausgestellt.

584. Ueberraschend prachtvoll zeigte sich das Phänomen 1866 in Athen, wo nach und nach der ganze Himmel sich mit Feuererschein überzog. In der Nacht vom 13.—14. Nov. waren daselbst 15—16,000 Meteore sichtbar, viele glänzender als Sirius, Jupiter, Venus, auch grüne und gelbe, manche geschweift, viele mit grünlichen Blitzen Himmel und Gegend erhellend, deren ruhiges Licht nicht vibrirte und welche auch noch sichtbar blieben, nachdem das Meteor schon unter den Horizont verschwunden war. Bei dem strahlenden grünen Lichte eines Meteors ersten Ranges erglühte Stadt und Land wie im bengalischen Feuer, sein Schweif von über 10° Länge löste sich nach fünf Minuten in leuchtend rothgelbes Gewölke auf, das erst nach einer Stunde in der Morgendämmerung erlosch. Manche andere Schweife blieben 5—15 Minuten sichtbar. Alle Bahnen rückwärts verlängert trafen auf den bekannten Convergenzpunkt im Löwen. *)

*) J. Schmidt in Sitzungsbericht. der k. k. Akademie, Dec. 1866.

585. Haupttrabitationspunkt der November-Sternschnuppen ist γ Leonis und die Gegend um die nächsten Sterne des Löwen. 1868 zeigte sich das Phänomen am prächtigsten in Stettin, wo es von Boguslawski beobachtet wurde. In Madrid sah man nicht sehr zahlreiche Meteore, aber plötzlich erschien im großen Bären eine leuchtende Masse wohl 4mal größer als der Mond, die sehr schnell ihre Gestalt veränderte und rasch wieder verschwand. In Berlin, Posen und Brandenburg wurden nach Förster in der Nacht vom 13.—14. November 1866 etwa 30,000 beobachtet, deren

scheinbare Bewegungsrichtungen fast durchgängig auf jenen Punct im Löwen als Ausgangspunct hinwiesen.

586. Nach den Beobachtungen Neumayer's (Haubinger in Sitzungsber. der Wiener Akad. XLV., 471) ist in Australien die Augustperiode der Sternschnuppen nicht bemerkbar, wogegen aber solche im Juli und December vorkommen. A. Newton untersuchte die Sternschnuppenphänomene, wie sie sich seit 900 Jahren gezeigt. Die der November- und der Augustperiode bilden zwei verschiedene Ringe, welche die Erde passirt; die Ringe sind in verschiedenen Theilen verschieden dicht. Der Novemberring rotirt etwa auch in einem Erdenjahr um die Sonne. Alle $33\frac{1}{3}$ Jahr durchseht die Erde den Novemerring an seiner dichtesten Stelle, wo dann die zahlreichsten Meteore erscheinen. Der Novemerring hat eine rückläufige Bewegung und ist etwa 17° gegen die Erdbahn geneigt. Die Länge der Hauptgruppe beträgt wenigstens $8\frac{2}{3}$ Millionen engl. Meilen, die mittlere Geschwindigkeit, mit der die Meteore in die Erdatmosphäre eintreten, 4 geogr. Meilen in der Secunde. Die Dicke des Augustringes beträgt 5–10 Millionen engl. Meilen; die Erde braucht daher mehrere Tage, um ihn zu durchschneiden; die Rotation dieses Ringes um die Sonne braucht 281 Tage, die Zahl der Meteore beträgt über 300 Billionen.

587. 1866 beobachtete Alexander Herschel die Sternschnuppen spectroscopisch, und zwar am 9. bis 10. Aug. und 14. Nov., und erhielt 70 Spectra von Kernen und Schweifen. Die Spectra der Schweife der Augustperiode waren bei ihrer Entstehung breit und continuirlich, aber ganz farblos; beim Verschwinden des Schweifes bleibt nur eine sehr glänzende gelbe Linie, die durch selbstleuchtende Gase entsteht und dem Spectrum des weißglühenden Natriums gleicht. Die Kerne der Augustperiode geben ein Spectrum mit sehr schönen prismatischen Farben; nur drei gaben ein fast gleichartiges gelbes Licht. Sehr ähnlich verhielten sich die Kerne der Novemberperiode; zwei derselben waren grün; die Schweife der Novembere meteore waren gleichartig blau, grün oder stahlgrau, und es fehlte in ihnen ganz die glänzende Natriumlinie, welche die Schweife der Augustperiode zeigen.

Die Kometen.

588. Von fremdartigem Aussehen, oft von ungeheurer Größe, ganz plötzlich erscheinend, haben die Kometen, deren Zahl unbestimmt ist, und von welchen bis jetzt gegen sechshundert wahrgenommen worden sind, die Völker schon in den frühesten Zeiten um so mehr in Schrecken versetzt, als man von ihrer Masse und Macht die übertriebensten Vorstellungen hegte.

589. Sehr häufig zeigen sich die Kometen aus einem sogenannten Kopfe, an dem man Kern und Hülle unterscheidet, und aus einem (sehr selten mehreren) Schweife gebildet, der als ein hohler Keil sich an den Kopf anschließt und fast immer die der Sonne entgegengesetzte Seite einnimmt. Beim Kometen von 1744 war der Schweif vom Kopf an in sechs Theile gespalten, jeder etwa 4° breit und $30-40^\circ$ lang, und bei dem sehr glänzenden von 1807 bildete der Schweif einen längern und einen kürzern Ast. Die Millionen Meilen langen Schweife verändern manchmal in wenigen Minuten ihre scheinbare Länge ungemein, ohne Zweifel weil die geringere oder größere Reinheit der Luft bald nur ihre gröberen, bald auch ihre feineren Endpartieen zu sehen erlaubt. Abgesehen davon müssen jedoch nach der Natur der Kometen reale Aenderungen der bedeutendsten Art bei ihnen eintreten: Ausströmen von Stoffen aus dem Kern, die dann den Kopf bilden, Veränderung des letztern in Form und Umfang, Verlängerung und Verkürzung der Schweife bis zum Schwinden, Lichtentwicklung u.

590. Nach Arago haben die Kometen polarisirtes Licht (reflectirtes Sonnenlicht), vielleicht aber neben diesem noch eigenes. Der Kern des ersten Kometen von 1864 verhielt sich nach Huggins bei der Spectralanalyse wie ein glühendes Gas, der Schweif leuchtete mit reflectirtem Licht.

591. Einige von langer Umlaufszeit lassen sich historisch mit hoher Wahrscheinlichkeit in ferne Jahrhunderte rückwärts verfolgen, so der Komet von 1843 bis in das dritte Jahrhundert und der von Halley fast bis zu Christi Geburt. Die Umlaufzeiten der zu unserer Sonne wieder rückkehrenden wechseln von wenig

Jahren (dieses jedoch nur bei einer sehr geringen Zahl) bis zu mehreren tausend Jahren. Die kürzeste Umlaufszeit hat der Komet von Ende, nämlich 1208 Tage, bei welchem, da die Wiederkehr zu seinem Perihelium sich stets um einige Stunden verzögerte, eine Verlangsamung der Bewegung durch Widerstand des Aethers angenommen wurde — ein Vorgang, der nur bei so wenig Masse, wie die Kometen haben, möglich ist. Mit der hiedurch immer zunehmenden Verengerung der Bahn kann zuletzt ein Sturz des Kometen auf die Sonne erfolgen. Wiederholte Perturbationen können ebenfalls vollkommene Auflösung der Kometen herbeiführen, wie wirklich manchen geschehen ist.

592. Biela's Komet, von Pons 1805, von Biela 1826 entdeckt, identisch mit dem von 1772, dessen Umlaufszeit nach früherer Berechnung $6\frac{3}{4}$ Jahre sein sollte, theilte sich im Januar 1846 in zwei Köpfe von ganz gleichem Ansehen, nur verschiedener Lichtstärke, die sich voneinander entfernten, 1852 beide wiederkehrten, jedoch schon 352,000 geogr. Meilen voneinander entfernt standen. 1859 war der Biela'sche Komet wegen der Lage der Bahn für uns nicht sichtbar; im Winter 1865—66 sollte er wieder, zur Sonne zurückkehrend, sichtbar werden, aber es war keine Spur mehr von ihm aufzufinden; er scheint sich aufgelöst zu haben. Auch die Kometen von Ende und Fay nehmen bei jeder Erscheinung an Lichtstärke ab und scheinen sich ebenfalls aufzulösen. Der von Laïs am 26. Febr. 1860 zu Olinda in Brasilien entdeckte Komet ist auch doppelt.

593. Die Bahnen der Kometen liegen unter den verschiedensten Winkeln, oft sogar rechtwinklig zur Ebene des Sonnenäquators, stehen also in keiner Beziehung zur Grundebene des Sonnensystems und sind, wenn Ellipsen, in der Regel sehr excentrisch, bei manchen nicht mehr geschlossen, sondern Parabeln und Hyperbeln. Der Komet von 1811 hat unter allen sicher bekannten mit geschlossener Bahn das entfernteste Aphelium, nach Argelander 3066 Jahre. Der Komet von 1771 und wahrscheinlich auch der von 1774 haben keine geschlossene Bahn. Einige Kometen, so Donati's Komet, bewegen sich von Ost nach West, also wirklich, nicht bloß scheinbar, rückläufig, entgegengesetzt den Be-

wegungen aller Planeten und Monde, und andere laufen von Süd nach Nord. — Von zehn Kometen, die zu unserem Sonnensystem gehören, reichen die Bahnen von sechs bis zu den Asteroiden, die Bahn des Kometen von Bico reicht bis an die Jupitersbahn.

594. Nur eine geringe Zahl dieser aus dem Weltraum zu uns gelangten Körper ist dauernd an die Machtsphäre der Sonne gebunden. Der am 19. Oct. 1865 von Tempel in Marseille entdeckte Komet ist einer der wenigen, welche dem Sonnensystem dauernd angehören; Umlaufszeit etwa 30 Jahre nach Oppolzer; seine Bahn macht mit der Erdbahn einen Winkel von $17^{\circ} 18'$; die Bewegung geht von Ost nach West, ist also rückläufig.

595. Die Substanz der Kometen ist theils außerordentlich dünn, theils so zerstreut, daß auch die größten nach La Place lange nicht $\frac{1}{100,000}$ der Erdmasse erreichen, daß ein Komet, so groß wie die Erde, nach Babinet nur etwa 600 Centner wiegen soll und die kleinsten nur einige Pfunde. Wegen dieser Zerstretheit und Zartheit der Substanz ist die Masse auch der größten Kometen, welche das Volumen der Erde vielmal übertreffen, viel zu gering, um beim Vorübergehen vor Planeten diese perturbiren zu können, während sie selbst von den Planeten die stärksten Störungen erleiden. Der Komet von 1770 hatte durch Jupiters starke Einwirkung 1767 seine Bahn aus einer wahrscheinlich parabolischen in eine elliptische verändert, aus der er aber 1779 durch Jupiter wieder vollständig herausgeworfen wurde, so daß man ihn seit 1770 nie mehr finden konnte. Auch eine große Störung erfuhr Halley's Komet durch Jupiter und Saturn. Manche Kometen könnten sich in Folge der Lage ihrer Bahnen zu einem verbinden, so die von Ende und Biela, welche durch die Bahnen der Erde und des Mars gehen.

596. Einige von ihnen wurden im Laufe der Zeiten an das System unserer Sonne gefesselt und stellen die periodisch wiederkehrenden, meist rückläufigen Kometen dar; die große Mehrzahl bewegt sich in eigenen Bahnen durch den Weltraum. Manche periodische Kometen streifen weit über die Bahn des Neptun hinaus, wo ihre Beleuchtung durch die Sonne und ihre Geschwindigkeit auf ein Minimum reducirt sind; der Komet von 1680 (Whiston's Sündfluthkomet), der eine Umlaufszeit von wenigstens 8800

Jahren hat, wenn nicht gar seine Bahn eine Parabel ist, legte in seiner Sonnenferne nur 12 Fuß in der Secunde zurück; der Komet von Mauvais von 1844 steht in seinem Aphelium 6700 mal weiter von der Sonne als die Erde.

597. Bei den Kometen reichen die Gravitations- und physikalischen Geseze nicht zur Erklärung aller Erscheinungen aus. Man begreift nicht, wie Massen zahlloser kleiner Körper mit selbständiger Bewegung zusammenhalten können; nach den Störungsgefezen sollten sich die Köpfe, wenn sie aus einem Aggregat kleiner Massen bestehen, in der Sonnennähe ausdehnen, in der Sonnenferne zusammenziehen, während doch (nach Walz) die Köpfe in der Sonnenferne größer, in der Sonnennähe kleiner werden und sich die Schweife umgekehrt verhalten, so daß man glauben könnte, sie erhielten den Stoff zu ihrer Vergrößerung in der Sonnennähe von den Köpfen. Aus den Köpfen scheint eine dampfartige Masse auszuströmen, die zuerst die Richtung gegen die Sonne einhält, dann in einem parabolischen Bogen umbiegt und den manchmal hohlen Schweif bildet.

598. Die in der Sonnennähe stattfindende Ausströmung aus dem Kometen, die, anfänglich der Sonne zugewendet, sich später von ihr abwendet, schleudert Massen der kleinen weit zerstreuten Körper, aus welchen die Kometen bestehen, auf deren Bahn und erzeugt derselben gleich liegende Sternschnuppenringe. Diese Ringe und die periodischen Kometen erhalten ihre Bahnen durch Anziehung großer Planeten. Die mittlere Entfernung der einzelnen Sternschnuppen voneinander rechnet man beim Novemberphänomen auf 15, beim Augustphänomen bis 40 Meilen; jeder der Schwärme enthält Billionen derselben.

599. Im Jahre 1867 wurde durch Schiaparelli, Leverrier, Oppolzer, Secchi und Peters ein Zusammenhang der Meteore und Kometen fast bis zur Evidenz erwiesen; die August- und Novemberschwärme wurden mit den Bahnen bekannter Kometen in Zusammenhang gebracht und stellen sich als ihre in elliptischen Bahnen bewegten Ringe oder Ringtheile dar, und die Erde durchschneidet dieselben in jenen Monaten bei ihrer Bahnbewegung.

Kopf und Kern der Kometen würden nur enger gruppirte Partien der Schweife darstellen. Der dritte Komet von 1862 soll nahezu die gleiche Bahn haben wie der Augustschwarm; der erste Komet von 1866 hat ganz die Bahn wie der Novemberschwarm.

600. Das Novemberphänomen, welches nur alle 33 Jahre besonders glänzend sich zeigt, kann nicht von einem vollständigen Ring, sondern nur von einem Ringsegment herrühren. Die Bahn des Novemberschwarmes fällt mit der des kleinen Kometen Nro. 1, von Temple 1866 entdeckt, zusammen. Er entstand nach Leverrier aus einer kosmischen Wolke, die 126 nach Chr. in die Nähe des Uranus kam und dort zu einem Kometen mit einer Umlaufszeit von 33 Jahren 2 Monaten wurde, der nun nach 52 Umläufen bereits ein Drittel Ring hinter sich gelassen hat. Der Komet Nro. 3 von 1862 ist Rest eines viel größern, der schon 130 nach Chr. beobachtet worden; der größere Theil der Masse bildet den Augustring, der 2340 Millionen Meilen lang und 86,400 Meilen dick ist, denn die Erde braucht am 10. Aug. über 6 Stunden, um ihn zu passiren. Jedes Körperchen dieses Ringes hat in der Sonnennähe eine Geschwindigkeit von 30 geogr. M. in der Secunde.

601. Die Kometensubstanz, welche das Augustphänomen veranlaßt, erfüllt bereits den ganzen Bahnring und wird deshalb jedes Jahr wahrgenommen; der Kometenschweif vom November hat wohl erst einen Theil seiner Bahn erfüllt, weshalb das Phänomen nur alle 33 Jahre, aber dann 3 Jahre nacheinander eintritt; die sporadischen Sternschnuppen jeder Nacht sind durch Störungen zerstreute Substanz aus der Bahn verschiedener Kometen.

602. Nach Bruhns stand Biela's Komet, als dessen Theilung in zwei eintrat, dem Meteorring vom November sehr nahe, vielleicht in selbigem, und hat wohl noch mehrere Theilungen erlitten. Vielleicht hat jeder Komet einen seine Bahn bezeichnenden Sternschnuppenring. Durchkreuzen sich die Bahnen von Biela's, Encke's und anderen periodischen Kometen, so ist das Bestehen der einzelnen Meteorringe nur möglich durch die sehr großen Zwischenräume unter ihren Theilen. Zieh'n Schnuppenschwärme in sehr großer Entfernung von uns vorüber, so nennen wir sie

Kometen. Sorgfältige Bestimmung der Zeiten periodischer Sternschnuppenfälle und ihrer verschiedenen Radiationspuncte kann vollständigere Einsicht in diese Verhältnisse herbeiführen.

603. Nähern sich „planetarische Nebel“, Wolken kosmischer Substanz, in ihren Bahnen einem Sonnensystem, beziehungsweise dem unserigen, so werden durch die Anziehung der Sonne Theile von ihnen abgetrennt und formiren sich zu Kometen, deren Bahnen durch die Einwirkung von Planeten, denen sie nahe kommen, zu elliptischen mit Accommodation an die Bahnen der betreffenden Planeten gemacht werden, und wenn die Schweife bei Verminderung des Kopfes sich immer weiter ausdehnen, so können dann aus ihnen jene Sternschnuppenringe entstehen, deren weit auseinander liegende Bestandtheile sich allmählig mit den Planeten und der Sonne vereinigen.

Entstehung und Bildung der Weltkörper.

604. Die innere Veränderung und Fortbildung des allgemeinen Weltstoffes muß nothwendig ein nicht endendes Spiel der Trennung und Verbindung, des Gegensatzes und der Ausgleichung einleiten. Daneben geht die Wirkung der Schwere, und hiemit beginnt eine Reihe von Vorgängen, die, anfänglich rein mechanisch, bei der Berührung der Theilchen einen physikalischen und chemischen Charakter annehmen. Die Verdichtung der Stoffe, die Ballung zu kosmischen Körpern, muß den Elektromagnetismus, Licht und Wärme in unglaublicher Intensität erwecken.

605. Nur bis zu einem gewissen Puncte kann man die Bildung aller concreten Naturformen, also auch der Weltkörper, mechanisch und chemisch-physikalisch erklären. Schon daß eine unendliche Zahl von Weltkörpern entstanden und jeder eine ganz bestimmte Individualität ist, noch mehr, daß sie, ähnlich den Arten der organischen Wesen, in kleinere, größere, größte Gruppen zusammengefaßt sind, die, wie wir wenigstens an unserem Sonnensystem sehen, unter sich und deren einzelne Glieder wieder einen Zusammenhang und bestimmte Zahlenverhältnisse haben, deutet auf noch andere Kräfte.

Kopf und Kern der Kometen würden nur enger gruppirte Partien der Schweife darstellen. Der dritte Komet von 1862 soll nahezu die gleiche Bahn haben wie der Augustschwarm; der erste Komet von 1866 hat ganz die Bahn wie der Novemberschwarm.

600. Das Novembersphänomen, welches nur alle 33 Jahre besonders glänzend sich zeigt, kann nicht von einem vollständigen Ring, sondern nur von einem Ringsegment herrühren. Die Bahn des Novemberschwarmes fällt mit der des kleinen Kometen No. 1, von Temple 1866 entdeckt, zusammen. Er entstand nach Leverrier aus einer kosmischen Wolke, die 126 nach Chr. in die Nähe des Uranus kam und dort zu einem Kometen mit einer Umlaufzeit von 33 Jahren 2 Monaten wurde, der nun nach 52 Umläufen bereits ein Drittel Ring hinter sich gelassen hat. Der Komet No. 3 von 1862 ist Rest eines viel größern, der schon 130 nach Chr. beobachtet worden; der größere Theil der Masse bildet den Augustring, der 2340 Millionen Meilen lang und 86,400 Meilen dick ist, denn die Erde braucht am 10. Aug. über 6 Stunden, um ihn zu passiren. Jedes Körperchen dieses Ringes hat in der Sonnennähe eine Geschwindigkeit von 30 geogr. M. in der Secunde.

601. Die Kometensubstanz, welche das Augustphänomen veranlaßt, erfüllt bereits den ganzen Bahring und wird deshalb jedes Jahr wahrgenommen; der Kometenschweif vom November hat wohl erst einen Theil seiner Bahn erfüllt, weshalb das Phänomen nur alle 33 Jahre, aber dann 3 Jahre nacheinander eintritt; die sporadischen Sternschnuppen jeder Nacht sind durch Störungen zerstreute Substanz aus der Bahn verschiedener Kometen.

602. Nach Bruhns stand Biela's Komet, als dessen Theilung in zwei eintrat, dem Meteorring vom November sehr nahe, vielleicht in selbigem, und hat wohl noch mehrere Theilungen erlitten. Vielleicht hat jeder Komet einen seine Bahn bezeichnenden Sternschnuppenring. Durchkreuzen sich die Bahnen von Biela's, Encke's und anderen periodischen Kometen, so ist das Bestehen der einzelnen Meteorringe nur möglich durch die sehr großen Zwischenräume unter ihren Theilen. Ziehen Schnuppenschwärme in sehr großer Entfernung von uns vorüber, so nennen wir sie

Kometen. Sorgfältige Bestimmung der Zeiten periodischer Sternschnuppensfälle und ihrer verschiedenen Radiationspuncte kann vollständigere Einsicht in diese Verhältnisse herbeiführen.

603. Nähern sich „planetarische Nebel“, Wolken kosmischer Substanz, in ihren Bahnen einem Sonnensystem, beziehungsweise dem unserigen, so werden durch die Anziehung der Sonne Theile von ihnen abgetrennt und formiren sich zu Kometen, deren Bahnen durch die Einwirkung von Planeten, denen sie nahe kommen, zu elliptischen mit Accommodation an die Bahnen der betreffenden Planeten gemacht werden, und wenn die Schweife bei Verminderung des Kopfes sich immer weiter ausdehnen, so können dann aus ihnen jene Sternschnuppenringe entstehen, deren weit auseinander liegende Bestandtheile sich allmählig mit den Planeten und der Sonne vereinigen.

Entstehung und Bildung der Weltkörper.

604. Die innere Veränderung und Fortbildung des allgemeinen Weltstoffes muß nothwendig ein nicht endendes Spiel der Trennung und Verbindung, des Gegensatzes und der Ausgleichung einleiten. Daneben geht die Wirkung der Schwere, und hiemit beginnt eine Reihe von Vorgängen, die, anfänglich rein mechanisch, bei der Berührung der Theilchen einen physikalischen und chemischen Charakter annehmen. Die Verdichtung der Stoffe, die Ballung zu kosmischen Körpern, muß den Elektromagnetismus, Licht und Wärme in unglaublicher Intensität erwecken.

605. Nur bis zu einem gewissen Puncte kann man die Bildung aller concreten Naturformen, also auch der Weltkörper, mechanisch und chemisch-physikalisch erklären. Schon daß eine unendliche Zahl von Weltkörpern entstanden und jeder eine ganz bestimmte Individualität ist, noch mehr, daß sie, ähnlich den Arten der organischen Wesen, in kleinere, größere, größte Gruppen zusammengefaßt sind, die, wie wir wenigstens an unserem Sonnensystem sehen, unter sich und deren einzelne Glieder wieder einen Zusammenhang und bestimmte Zahlenverhältnisse haben, deutet auf noch andere Kräfte.

606. Sprechen wir nun von schöpferischen Ideen oder nehmen wir an, daß in die Materie Gesetze ursprünglich gelegt sind, welche sie bestimmen, sich überall so zu differenziren und in solche Formen und Formencomplexe zusammenzutreten, wie es die Umstände mit sich bringen, so daß überall das entsteht, was nach den gegebenen Verhältnissen entstehen kann, — in beiden Fällen ist ein bestimmtes Resultat erstrebt und erreicht worden, welches die nothwendige Vorbedingung zu dem war, was noch weiter aus und auf den Weltkörpern sich entwickelt hat. Solche sind zu allen Zeiten vorhanden gewesen, obwohl jeder einzelne seinen Ursprung in einer bestimmten Zeit nimmt.

607. Die schon näher bestimmte Matrix mag jene leuchtende amorphe Masse sein, die man an den verschiedensten Stellen des Raumes wahrnimmt; in ihr werden Bewegungen vorgehen wie bei den Klangfiguren, wo die Theilchen eines auf die gestrichene Platte gestreuten Stoffes gezwungen sind, sich an diesen oder jenen Stellen stärker anzuhäufen. Man kann auch an die Krystallbildung denken, wo die Principien der Krystalle in der Lösung wie die Principien der Weltkörper im Raume wirksam werden und demzufolge eine bestimmte individualisirte Gestalt erscheint, oder auch an die Differenzirungsvorgänge im Dotter bei der thierischen Entwicklung. Nahe zusammenstehende Sonnen sind aus gemeinschaftlicher Bildungsmasse hervorgegangen durch Differenzirung derselben. Auf complicirtere Verhältnisse deuten die Locken- und Spiralbildungen in manchen Nebelflecken, wodurch auch wieder die Art der Bewegung der aus ihnen entstehenden Einzelkörper bestimmt wird.

608. Die Bildung beginnt mit der Sammlung des Bildungstoffes in einer bestimmten Stelle des Weltraumes durch die Anziehung, welche die weit zerstreuten Theilchen in außerordentlich langen Zeiten allmählig einander näher führt. Beim System unserer Sonne mochte die Zerstreuung der ihm zu Grunde liegenden Ursubstanz anfänglich so groß gewesen sein, daß in Millionen Kubikmeilen Raum nur ein Gran derselben vorhanden war.

609. Anfänglich sind solche einen unermesslichen Raum erfüllende Bildungsmassen kalt, was das unverbundene Neben-

einandersein verschiedener Stoffe möglich macht; mit der Annäherung der Theilchen und der Verdichtung muß sich theils mechanisch, in Folge der Reibung, theils chemisch durch das Spiel der Affinität Wärme entwickeln, die an gewissen Punkten bis zur Glühhitze steigt und von Lichterscheinungen und neuen Stoffcombinationen begleitet ist.

610. Der feurige Ursprung der Weltkörper wird hauptsächlich durch die Beschaffenheit der Sonnen (Fixsterne) gestützt, die den Hauptbestandtheil des Sphärenuniversums bilden und, wie kaum zu zweifeln ist, brennende Körper sind. Daß sie dieses im Verhältniß zu den Planeten (von unserem Sonnensystem analogisch zu schließen) viel längere Zeit hindurch sein können, ergibt sich aus ihrer unvergleichlich größern Masse.

611. Nach Faye (Compt. rend. 1865 No. 3, 4) entstand die Sonne durch Vereinigung der im Raume vertheilten Stoffe, deren Bewegung in Wärme umgesetzt wurde, die so außerordentlich sich steigerte, daß die Atome individuell bestanden, nicht einmal zu Molekülen vereint waren und einen Nebelball darstellten, der wenig Licht und Wärme ausstrahlte, und dessen Lichtspectrum viele große Lücken zeigen mußte. In der zweiten, gegenwärtigen Periode vereinten sich die Atome zu Molekülen, und der Sonnenkörper hat eine gasförmige Beschaffenheit, strahlt sehr viel Wärme und unpolarisirtes Licht aus. Dieser Zustand kann seit Millionen Jahren schon bestanden haben und noch Millionen Jahre mit fortwährender Verminderung von Wärme und Licht dauern. Der Wärmeverlust wird ersetzt durch die nach der Tiefe und wieder aufwärts gehenden Strömungen. In der dritten, zukünftigen Periode muß die Sonne zuerst flüssig, dann fest werden, strahlt aber noch lange Wärme und Licht aus; das von den Sonnenrändern kommende Licht ist nun polarisirtes. Zuletzt wird die Sonne zu einem dunkeln erstarrten Weltkörper. — Die veränderlichen Fixsterne erklärt Faye, Compt. rend. LXIII, p. 229, aus der Abkühlungstheorie.

612. Im System unserer Sonne deutet, wie ich glaube, Alles auf gemeinsamen Ursprung: die Bewegung der Sonne, der Planeten und Monde von West nach Ost, die allmälige Abnahme der Dichtigkeit von den sonnennahen zu den sonnenfernen Planeten,

die Verhältnisse in den Entfernungen, das Dasein von Monden u. Wir sehen am Firmament noch eine Anzahl isolirter Sonnen, Sterne von einer Nebelmasse in größerer oder kleinerer Ausdehnung umgeben; als eine solche hat sich wohl unsere Sonne dargestellt, in einer gewissen Periode, als die Bildung der peripherischen Körper noch nicht begonnen hatte, während in einer noch früheren das Ganze einen homogenen, linsenförmigen Lichtnebel von wenigstens 1000 Millionen Meilen im Halbmesser darstellte, ohne helleren Mittelpunkt, der erst mit dem Fortschritt der Verdichtung und dem sie begleitenden Feuerproceß sichtbar ward. Seine Umdrehungszeit war länger als die Umlaufszeit des fernsten Planeten.

613. Durch einen Differenzirungsproceß, wobei sich die näher unter sich verwandten Theilchen von den anderen allmählig abschieden und sich näher gruppirten, zerfiel dieser langsam von West nach Ost rotirende Nebel in Ringe, die vorbereitenden Formen der Glieder des künftigen Systems. Nicht als ob irgend ein zufällig größeres Theilchen in jedem dieser Ringe die anderen Theilchen angezogen und so in reißendem Wachsthum zur übermächtigen Kugel gestaltet hätte, und indem sich dieses in jedem Ringe wiederholte, so eine Anzahl Kugeln von zufälliger Größe in zufälliger Entfernung voneinander entstanden wären, — sondern mit Nothwendigkeit, nach ewigen Gesetzen entstanden aus jenen Ringen die bestimmten Elemente des Planetensystems. Insofern kann man sagen, daß der Nebelmasse schon das Urbild dessen eingeschaffen war, zu dem sie werden sollte, und man kann die treibenden Kräfte als die organisirenden Principien des Systems betrachten, von deren Art und Energie, die mit der Art und Energie der Elementartheilchen zusammenfiel, die sie sammelten und gestalteten, die Beschaffenheit der einzelnen Planeten abhing.

614. Sie begannen ihre Wirksamkeit wohl da, wo die Aphe lien der jetzigen Planeten liegen, wo die Centrifugalkraft am stärksten, die Unabhängigkeit von der Centralmasse am größten war. Der Kern, den sie als Ansatz zum künftigen Planetenkörper sammelten, mußte mit wachsender Masse immer schnellere Bewegung annehmen, die vor ihm kreisenden Theilchen ereilen

und sie auf sich häufen, bis nach vielen Umläufen der Ring zu einer Planetentugel aufgerollt war. Je rascher dieser Proceß vor sich ging, desto gewaltiger waren Wärme- und Lichtentwicklung. — Die spätere Vergrößerung durch Aggregation, d. h. durch aus dem Weltraum auf die Planeten u. stürzende Meteoriten und Sternschnuppen, war von geringerem Belang.

615. Die Nebelmasse, aus welcher das Sonnensystem hervorging, hatte — wie andere — eine rotirende und eine fortschreitende Bewegung als Urgeßetz und Urrerscheinung, und jeder aus ihr hervorgegangene Körper überkam dieselben Bewegungen als Fundamentalausdruck seines Lebens, jedoch mit bestimmter Anpassung an die neuen Verhältnisse. Die im Raume fortschreitende Bewegung, welche der Nebelfleck hatte, blieb auch dem ausgebildeten System, die Drehung der Ringe wurde zur Jahresbewegung um den Centralkörper; die jetzige Umlaufszeit des äußersten Planeten um die Sonne entspricht der Rotationszeit der Urmasse, was auch für alle folgenden Planeten gilt; die äußersten sind die ältesten, die innersten die jüngsten. Als neue Art der Bewegung kam die Rotation hinzu, dadurch entstanden, daß die im äußern Umkreis einer Zone nothwendig schneller bewegten Theilchen die äußere Seite des sich bildenden Planeten in der Richtung von West nach Ost vorwärts trieben, während die inneren, langsamer bewegten ihn in der Richtung von Ost nach West zurückhielten.

616. Aber zu dieser Bestimmung mußte noch eine andere kommen, um die Verschiedenheit in der Axendrehung hervorzubringen, welche gerade bei den oberen Planeten, wo die Theilchen sich doch langsamer drehen, viel rascher erfolgt als bei den unteren. Diese andere Bestimmung war wohl die polarische Spannung, in welche der Planet zur Sonne trat, wobei der Polwechsel nur durch Axendrehung herzustellen und im Maße der Entfernung öfter zu wiederholen war.

617. Ein analoges Verhältniß besteht für die Partialsysteme; die siderische Umlaufszeit unseres Mondes währt so lange als ehemals die Rotation der gemeinschaftlichen Masse, aus der Erde und Mond entstanden sind. Als die äußeren und mittleren Planeten und der Mars gebildet waren, war die Rotation der noch

vorhandenen Urmasse etwa gleich unserem Erdenjahre, vor Entstehung des Mercur gleich dem Jahre des Mercur.

618. Die Zonen, aus welchen die sonnennächsten Planeten hervorgingen, waren etwa im Verhältniß ihrer jetzigen Sonnenabstände schmaler als die der sonnenfernen, weshalb sich bei ihnen keine Monde bildeten. Erst in der Zone der Erde, die schon etwas breiter war als jene und zugleich eine größere Fülle des Materiales enthielt, in welchem zugleich eine Differenzirung eintrat, kam es zur Bildung eines Mondes. Der Marsring war zwar noch breiter als der der Erde, aber arm an Stoff. Im Ring der Asteroiden kam es wegen vieler kleinen, nahe gleich mächtigen Anziehungspuncte nicht zur Bildung eines größeren Planeten.

619. Entstanden etwa in einem Ringe mehrere Kerne, wovon einer größer als die anderen war, so mußte dieser wegen seiner rascheren Bewegung einmal in einem Puncte des Ringes die kleineren einholen und mit sich vereinigen, oder wenn sie seitlich zu weit entfernt waren, sie zwingen, als Monde um ihn zu rotiren. Zahlreiche kleine Körper in der Nähe eines Planeten mußten sich, wenn der Planet durch sie hinzog, zu einem oder mehreren Ringen um ihn zusammenschließen. Daß die oberen Planeten eine reiche peripherische Entwicklung um sich haben, hängt hauptsächlich von ihrer schnellen Axendrehung ab, wodurch ein Theil des Bildungstoffes ihrer Zonen verhindert wurde, sich mit dem Hauptkörper zu vereinen, und sich zu Trabanten oder Ringen gestaltete. Je breiter die Zonen und je langsamer deren Drehung, je schneller endlich die Rotation des sich bildenden Planeten, desto leichter kam es zur Mondbildung.

620. Obschon aus demselben Ringe mit der Erde hervorgegangen und der uns allernächste Himmelskörper, zeigt der Erdenmond doch schon eine ungemein abweichende Beschaffenheit, theils begründet in dem Bildungstoffe, theils und wohl noch mehr in dem verschiedenen Entwicklungsgange. Es sammelte sich bei ihm der Bildungstoff nicht ganz concentrisch um den Mittelpunct, sondern gehäufte auf der der Erde zugewandten Seite, welche demzufolge, nachdem anfänglich wohl eine eigentliche Ro-

tation, später starke Schwankungen stattgefunden hatten, zuletzt dauernd der Erde zugewandt wurde.

621. Als die anfangs glühende Mondkugel zu erkalten begann, erfolgten aus dem Inneren zuerst mächtigere, später, weil mit dem Erkalten die Masse zäher wurde, schwächere Gasausbrüche, durch welche zuerst die großen, dann immer kleinere Ringgebirge entstanden (letztere oft innerhalb der großen oder auf deren Wällen), indem die Gase, in der zähflüssigen Masse aufsteigend, beim Plagen der Erhebungen verdichtete Ränder und ein vertieftes Innere bildeten. Die Kettengebirge können zum Theil durch Zusammenfließen nahe stehender Ringgebirge gebildet sein, die Gase mögen sich an manchen Stellen in fester Form niedergeschlagen haben. Zuletzt entstanden die Rillen, tiefe leere Spalten, die nicht mehr ausgefüllt wurden, weil die Masse schon zu zähe war. Die Centralberge in den Ringgebirgen waren die Wirkung späterer Ausbrüche, welche die Oberfläche nicht mehr sprengen, sondern nur heben konnten. Die Ausbrüche überhaupt waren um so wirksamer, als auf dem Monde die Schwere $6\frac{1}{2}$ mal geringer ist. Oft war die Richtung der Kraft keine senkrechte, sondern der Oberfläche parallele, wodurch gewisse Bergketten, Hügelreihen, Rillen entstanden; manche Tiefen haben sich durch Einsturz gebildet. Die sogen. Meere sind flachere Gegenden, oft von Ringgebirgen oder Gebirgsketten umgeben. Wir haben im Monde einen erstarrten, wasser- und luftlosen Körper vor uns, daher sein immer gleich klares, unverändertes Ansehen.

622. Daß die Weltkörper unseres Sonnensystems aus dem Flüssigen entstanden sind, sucht Weiß*) aus dem Verhältniß ihrer Umlaufzeiten zu erweisen. „Die in den Mondsystemen Jupiters und Saturns bestehenden denkwürdigen Verhältnisse der Commensurabilität der Umlaufzeiten, nach welcher bei den Jupitermonden die siderische Bewegung des ersten Mondes sammt der doppelten des dritten immer gleich der dreifachen des zweiten in denselben Zeiträumen ist und von den Monden Saturns der dritte die doppelte Umlaufzeit des ersten, sowie der vierte die doppelte des zweiten besitzt, können nur mittelst eines ursprünglich flüssigen Zustandes dieser Monde herbeigeführt worden sein.“ Was für die Satelliten der Planeten gilt, gilt auch für die

Satelliten der Sonne (die Planeten); sind beide an den inneren Rändern ihrer entsprechenden Urringe aus dem flüssigen Stoff derselben entstanden, so folgt auch, „daß nicht allein die Entfernungen der Satelliten von ihrem nächsten Centralkörper geometrische Reihen bilden müssen, sondern auch ihre Umlaufgeschwindigkeiten und die ursprünglichen Dichten ihrer in den Ringen enthaltenen Massen“. Solche geometrische Reihen der mittleren Bahngeschwindigkeit finden sich aber sowohl bei den Satelliten der Sonne, den Planeten, von Mercur bis Neptun, als besonders in großer Vollkommenheit in den Mondsystemen Jupiters und Saturns.

*) Die Geseze der Satellitenbildung, Einleitung zur Geschichte der Erde, Gotha 1860.

623. Die einzelnen Glieder jeder der drei Planetengruppen sind nicht nur physisch verwandt, sondern auch in nicht zu sehr verschiedener Zeit und unter ähnlichen Umständen gebildet. Die Sonne, die Planeten, Monde und Meteoritengruppen bestehen wesentlich aus ähnlichen Stoffen, aber in verschiedenen Proportionen; namentlich die Meteoritengruppen enthalten nicht nur lauter Elemente, die im Erdkörper vorkommen, sondern diese sind sogar nach Kammelsberg auf die gleiche Weise gruppirt. Doch fehlen auf ihnen die zum organischen Leben nöthigen Substanzen: Kalk, Salz, Wasser, Luft u. Die innerste Gruppe der Planeten dürfte noch viele oder die meisten Substanzen, welche der Erde eigen sind, enthalten; schon weniger wird dieß bei den Asteroiden der Fall sein; die oberen Planeten entbehren wahrscheinlich alle schwereren Metalle.

624. Die Bildung des Planetensystems ist von außen nach innen fortgeschritten, so daß die oberen Planeten zuerst, die unteren zuletzt entstanden, während zugleich und unabhängig von den Planeten die Bildung der Sonne vor sich ging; vor der Sonne war aber schon das Licht. Daß die Bildung der Sonne unabhängig von jener der peripherischen Körper erfolgte, lehrt schon die im Verhältniß zu den nächsten Planeten so geringe Dichtigkeit des Sonnenkörpers, sowie zugleich dadurch erwiesen wird, daß keineswegs bloß das Gravitationsgesetz hier waltete, nach welchem die Sonne der dichteste Körper hätte werden müssen.

Vielmehr ist anzunehmen, daß die Nebelscheibe zunächst in eine centrale Scheibe und periphere Ringe zerfiel, die eine als Grundlage des Sonnenkörpers, die anderen als Grundlage des Planetensystems; beide mochten auch chemisch und physikalisch etwas verschieden sein.

625. Mehrere Elemente des Sonnensystems, wie die Excentricität der Planetenbahnen, die Lage ihrer großen Axen, die Zeit ihrer Umbrehungen, die Neigung der Axen auf die Bahnebenen hängen von den individuellen Modificationen bei der Entstehung jedes Planeten ab und stehen, näherer Erklärung kaum fähig, als fertige Resultate ihres Bildungsprocesses vor uns. — Bei der Erde kann die schiefe Stellung der Ase durch Entstehung großer Hohlräume und demzufolge gewaltiger Bewegung der Meere herbeigeführt worden sein, so daß die jetzige Stellung der Erdoberfläche der Ausdrucksform der Gleichgewichtslage der Meere ist.

626. Die Bildung der Planeten und Monde durch „Abschleuderung“ von Fluthwellen aus den flüssigen Massen der Sonne und der Planeten zu erklären,*) scheint unstatthaft, weil hierzu eine unbegreiflich schnelle Rotationsgeschwindigkeit erfordert würde. Gesezt auch den undenkbaren Fall, daß ein Planet durch Abschleuderung von der Sonne hätte entstehen können, so wären im Fernern doch nicht die großen Wirkungen möglich, welche z. B. die Eiszeit der Erde durch Abschleuderung der Venus begreiflich machen würden. Wie könnte die Abschleuderung von $\frac{1}{400,000}$ der Sonnenmasse (in diesem Verhältniß steht etwa die Masse der Venus zur Sonne) eine solche Verminderung der Anziehung bewirken, daß die Erde in größter Schnelligkeit sich weit von der Sonne hätte entfernen und vergletschern sollen?

*) Spiller, die Welterschöpfung vom Standpunct der heutigen Wissenschaft, Berlin 1868.

627. Von der ursprünglichen Beschaffenheit einer Bildungsmasse hängt es ab, ob aus ihr eine Einzelsonne oder ein System von zwei oder mehreren Sonnen hervorgehen, ob ferner außer diesen centralen Körpern auch noch periphere sich entwickeln sollen. Die eintretenden Differenzirungsprocesse sind nämlich selbst wieder durch die Natur der Elementartheilchen bedingt, die sich wesentlich zu einer Masse zu vereinen vermögen

oder wegen ihrer innern Verschiedenheit in mehrere gruppiren müssen, etwa wie die Elementartheilchen eines sich entwickelnden Thierembryo zu weniger oder mehr Organen zusammentreten. Daß in dem einen wie in dem andern Fall es zu existenzfähigen und zweckmäßigen Bildungen kommt, ist nur aus der unendlichen Weisheit zu begreifen, welche in alle Theilchen der Materie Normen gelegt hat, nach welchen sie sich verbinden sollen. Die sich aus der Vereinigung aller Theilchen eines Weltkörpers (und auch eines Organismus) ergebende Kraft, die etwas ganz Anderes ist als eine bloße Additionssumme gleichnamiger Größen, und deren unendlich verschiedene Beschaffenheit ebenso durch jene Normen vorgesehen ist, wird dann zugleich zum beherrschenden Princip des Ganzen, durch das wieder die ganze Entwicklung eines Himmelskörpers (und auch eines Organismus) bis an sein Ende bedingt ist.

628. Aus der Masse und dem Volumen eines Weltkörpers resultirt die Fallgeschwindigkeit der Körper auf ihm. Die Rotationszeit des Ringes, aus dem sie entstanden sind, steht zur Umlaufzeit der Planeten in Beziehung; mit der zunehmenden Verdichtung mußte sich ein in der Bildung begriffener Planet schneller bewegen als seine Zone; jeder innere Planet nahm, weil zugleich auch die Verdichtung der centralen Scheibe, aus welcher die Sonne entstand, und die Raschheit von deren Rotationsbewegung wuchs, an Geschwindigkeit der Bahnbewegung zu, bis endlich im Mercur das Extrem erreicht wurde. Von der Verschiedenheit der Niederschläge auf die werdende Planetenkugel hängt zum Theil die Schnelligkeit der Axendrehung, wohl auch die Lage der Polaraxe, zum Theil auch die größere oder geringere Excentricität der Bahn ab. Durch seine physikalische und chemische Beschaffenheit erhält ein jeder Planet seine eigene Physiognomie, die sich auch in großer Ferne durch die Stärke und Farbe des von ihm reflectirten Lichtes (graulich bei Saturn, bläulich bei Jupiter, hellweiß bei Venus, roth bei Mars, grünlich bei der Erde) ausdrückt.

629. Die sehr verschiedene, keineswegs mit der Dichtigkeit oder Sonnendistanz im Verhältniß stehende, individuell modificirte Excentricität der Bahnen deutet auf ein durch lebendige Selbstständigkeit bewirktes, sich immer aufhebendes und neu er-

zeugendes Spannungsverhältniß der Planeten zur Sonne, auf ein Geladenwerden mit gleicher Polarität in der Sonnennähe, ein Entladenwerden in der Sonnenferne. Die Bewegung der Planeten (wie der Himmelskörper überhaupt) erfolgt mit ätherischer Leichtigkeit, ohne Zwang und Stoß. Nach Pohls elektromagnetischer Theorie sollen Sonne und Planet sich zugleich anziehend und abstoßend, bipolar verhalten. Beide Thätigkeiten verschlingen sich und bewirken das Kreisen der einen Masse um die andere, wie im Rotationsmagnetismus. Der Fall der Körper entsteht, wenn die eine sehr kleine Masse der andern großen so nahe ist, daß ihre abstoßende Kraft der anziehenden Kraft der andern gegenüber völlig verschwindet, die Circular- in Longitudinalpolarität umschlägt. *)

*) Vergl. über diesen Abschnitt die sich theilweise an Kant und Laplace anschließende Schrift von Mayer: Uebersicht des Weltsystems, Würzb. 1846.

630. Dem System unserer Sonne kommt jedenfalls ein außerordentlich hohes Alter zu, weil ein Gleichgewicht hergestellt ist, keine Schwankungen in der Rotation mehr vorkommen, doch nicht ein unbegrenztes Alter, weil sonst die sämtlichen Meteore auf die Hauptkörper gestürzt und das Licht der Sonne verlöscht sein würde. Die Bildung dieses Systems scheint ferner vollendet, Mercur der jüngste und zugleich letzte Planet zu sein.

631. Zöllner, unter der Voraussetzung, daß alle Himmelskörper ursprünglich glühend sind und alle sich um ihre Aze bewegen, will die verschiedenen Farben der Sterne aus den Entwicklungsstadien erklären, in welchen sich die Sterne befinden. Manche Nebelflecke scheinen aus glühenden Gasen zu bestehen, die distincten Sonnen glühend flüssig zu sein. Eine dritte Periode wird dann die Schlackenbildung oder Entwicklung einer kältern, nicht mehr leuchtenden Oberfläche sein; eine vierte die der Eruptionen, wo die innere Gluthmasse die schon kalte und dunkle Rinde durchbricht; eine fünfte die vollendete Erhaltung. Bei Nebeln, in welchen bereits die Sternbildung begonnen hat, nimmt man im Spectrum außer den hellen Linien der glühenden Gasmasse noch ein feines Absorptionsspectrum mit dunkeln Linien wahr. Bei unserer Sonne hat die Periode der Schlackenbildung (Sonnenflecke) bereits begonnen. Die verschiedenen Perioden

werden Aenderungen in der Intensität und Farbe des ausgesandten Lichtes zeigen. Alle Körper gehen aus dem glühenden in den erkaltenden Zustand durch das Stadium der Rothgluth über; auf Schlackenbildung beruhen die Erscheinungen der veränderlichen Sterne. Die Farben der Sonnen hängen aber außerdem noch von der Absorptionsfähigkeit ihrer Atmosphären für Strahlen verschiedener Brechbarkeit ab. Das plötzliche Aufleuchten früher lichtschwacher oder ganz dunkler, daher unsichtbarer Sterne hängt von den Eruptionen in ihrer vierten Entwicklungsperiode ab. In der letzten Periode wird der Weltkörper dunkel und kalt. Es könnte der Erstarrungszustand nur durch äußere Veranlassung, z. B. Zusammenstoß mit anderen Weltkörpern, wieder aufgehoben werden, wo dann durch die hierbei entwickelte Hitze die Entwicklung aufs neue beginnt. Hef^{*)} meint hingegen, der Verdichtungsproceß großer Nebelflecke müsse so viel Wärme entwickeln, um erstarrte Körper, mit denen sie in Berührung kommen, wieder aufzulösen, wodurch das Phänomen der „neuen Sterne“ entstehe.

*) In der Zeitschrift: Das Jahrhundert, Jahrg. 1857.

632. Alle Kräfte, die im Laufe der Zeiten im Sonnensystem wirksam geworden, sind nur Umwandlungen jener ersten Kraft, welche anfänglich nur als Spannkraft vorhanden war. Als durch Näherung der Moleküle Verdichtung eintrat, wurde aus der Spannkraft lebende Kraft, und bald ging ein Theil dieser verloren, indem er sich in Wärme umsetzte, die in den Weltraum überging, dort entweder als Wärme fortbestehend oder sich in irgend eine Art von Arbeit umwandelnd. Bei der Bildung der Planeten und Monde und den unzähligen chemischen Processen ging noch viel mehr von der ursprünglichen Kraft durch Umsetzung in Wärme verloren, welche theils in den kalten Weltraum entwich, dessen Temperatur Fourier zu -60° C., Pouillet zu -142° C., Liais zu -97°_{40} C. bestimmte, zum Theil noch als Sonnen- und interplanetare Wärme vorhanden ist. Die Bewegung der Planeten durch die mit Aether erfüllten Räume, dann die Bewegung ihrer Atmosphären und Meere erzeugt mittelst der Reibung Wärme, ebenso die chemischen und Lebensprocesse, und der größte Theil dieser Wärme verbreitet sich ebenfalls in den Weltraum.

633. Im Sonnensystem wirken alle Vorgänge darauf hin, zuletzt alle mechanische, chemische, elektrische Kraft in Wärme umzusetzen. Die in der Bahnbewegung und Axendrehung noch vorhandene Kraft beträgt nur noch $\frac{1}{456}$ der ursprünglichen, und alles Uebrige hat sich in Wärme umgesetzt. Allmählig muß die Axendrehung langsamer werden, und da die Schwerkraft der Sonne gleich bleibt, die Kraft aber, welche die Bahnbewegung der Planeten und Monde ursprünglich herbeiführte, durch Umsetzung in Wärme stets vermindert wird, müssen die Bahnen sich verengen, die Umlaufzeiten immer kürzer werden und endlich die Planeten und Monde auf die Sonne stürzen, die selbst schon erkaltet ist. Dann wird an der Stelle des Systems nur noch ein einziger dunkler Körper vorhanden sein, auf dem alles organische Leben erloschen ist. (Thomson.) Diese Anschauung ist nur haltbar, wenn die Unmöglichkeit erwiesen wird, daß der Umsetzung aller Kraft in Wärme nicht durch entgegengesetzte Proceßse vorgebeugt sein kann. Jedenfalls ist die Arbeitsleistung der Sonne bei ihrem Verbrennungs- und Erkaltingsproceß für das Weltganze nicht verloren, sondern ist auf die im Raume verbreiteten Stoffe übergegangen: die Wärme der Sonne und die des sie umgebenden Aethers haben sich ausgeglichen.

634. Die einzelnen Weltkörper nehmen einen zeitlichen Anfang und mögen daher nach einem Bestande von Billionen Jahren wohl ein Ende nehmen. Wahrscheinlich existiren im Weltraum eine große Anzahl von Sonnen mit ihren Begleitern als erkaltete dunkle Körper, welche ihr Dasein nur noch durch Schwerkraftwirkungen kundgeben. Stellen des Weltraumes, nun finster und leer, mögen in anderen Weltaltern mit leuchtenden Sonnen erfüllt gewesen sein, und wo jetzt Milchstraßensysteme bestehen, mochte früher nur gestaltloser Bildungstoff vorhanden gewesen sein. Hat die materielle Welt als Ganzes einen Anfang genommen, so wird sie auch nach Erfüllung ihrer sämtlichen Zwecke ein Ende finden.

II. Die Erde.

635. Unser Planet ist der größte unter den sonnennäheren, der einzige von diesen, welcher einen Mond besitzt, und außerdem noch bevorzugt vor Mercur und Venus, die kaum Flecken als Andeutung von Festem und Flüssigem erkennen lassen, durch entschiedenere Gliederung seiner Elemente, was wieder eine reichere Organisation ermöglicht.

636. Diese Umstände und die durch Neigung der Polaraxe auf die Bahnebene bewirkte Verschiedenheit der Jahreszeiten machen die Erde zu einem Schauplatz wechselnder Erscheinungen. Für den Ueberblick des Sonnensystems und die Beurtheilung seiner Verhältnisse ist ihr Standpunct nicht unvortheilhaft, weshalb Kepler die Erde den *mensur omnium planetarum* nannte.

637. Der Polardurchmesser der Erde misst wenig über 1713, der Aequatorialdurchmesser nicht ganz 1719 Meilen, der Umfang im Aequator 5400. Das Volumen berechnet man auf 2,650,686,000 Kubitmeilen, die Oberfläche auf 9,260,000 Quadratmeilen, die mittlere Dichtigkeit gibt man von 4,7—5,4 an; die Fallgeschwindigkeit an den Polen ist 15,32', am Aequator 15,054. Die Entfernung von der Sonne wechselt zwischen 19 und 20 Millionen Meilen, der Sternentag (die siderische Rotation) ist unverändert 23 Stunden 56 Min. 4 Sec., der Sonnentag kann wegen der ungleichen Entfernung von der Sonne um $\frac{1}{2}$ Minute wechseln. Der Winkel, unter welchem die Polaraxe gegen die Bahn geneigt ist, jezt etwas über 23°, schwankt in einer großen Periode zwischen 21—28°. — Die Bahnbewegung der Erde wurde in neuer Zeit auch durch die Entdeckung einer Parallaxe mehrerer

Sirterne (61 im Schwan, α der Leier, α im Centaur, des Polarsterns) bewiesen.

638. Vergleichen das Pendel aus der Vertikale ab; aus der Größe dieser Ablenkung durch den Berg Schhallion in Perthshire in Verbindung mit der bekannten Masse und dem Gewicht des Berges und dem bekannten Volumen der Erde hat bekanntlich Maskelyne das Gewicht der Erde bestimmt und durch Vergleichung vom Volumen und Gewicht ihre Dichtigkeit oder ihr spec. Gewicht = 4,719 gefunden, das nach einer anderen Methode Carlini auf 4,837 festsetzte. Nach Laplace betrüge die Dichtigkeit nur 4,7047, nach Baileys und Reib hingegen 5,44; Plana, der letzteren Werth annimmt, hat die Dichtigkeit an der Oberfläche = 1,83, im Centrum = 16,27 bestimmt.

639. Je rascher die Rotation, desto stärker die Abplattung; die Erde, wie überhaupt die unteren Planeten, weicht daher, mit den oberen verglichen, wenig von der Kugelform ab, indem ihr Polardurchmesser nur um $\frac{1}{300}$ kleiner als ihr Aequatorialdurchmesser ist. Der aus den Pendelmessungen berechnete Abplattungswert ist von dem aus den Gradmessungen berechneten ziemlich verschieden; man hat in neuester Zeit mit Vernachlässigung der ersteren vielleicht zu viel Gewicht auf die Gradmessungen gelegt.*) Außer der Polarabplattung, welche außer der Erde nur bei Jupiter, Saturn und Uranus beobachtet ist, existirt aber auch eine kleinere Abplattung am Aequator, indem die Aze, welche durch die Continente von Asien und Amerika geht, etwas größer ist als die durch den stillen und atlantischen Ocean. In Folge der Schwerkraft muß sowohl das Meer als die Atmosphäre unter dem Aequator etwas höher sein als nord- und südwärts. Die Schnelligkeit der Rotation steht in Beziehung zum Niveau der Meere; sänge die Erde an sich langsamer um ihre Aze zu drehen oder gar still zu stehen, so würden die Aequatorialmeere minder oder mehr stürmisch gegen die Pole abfließen und die zwischenliegenden Länder übersfluthen.

*) Siehe Phil. Fischer, Untersuchung über die Gestalt der Erde, Darmstadt 1868.

640. Wenn auf den sonnenfernen Planeten das Gasigflüssige überwiegt — die ungeheuern Atmosphären lassen wohl auch

auf Oeane von Tropfbarflüssigem, wenn gerade nicht Wasser schließen, — auf den sonnennahen Planeten Mercur und Venus das Feste, was ihr starker gleichmäßiger Glanz andeutet, welcher große Meere und dichte Atmosphären ausschließt, — so ist hingegen auf der Erde ein größeres Gleichmaß eingetreten. Die Feste ist zwar das Ueberwiegende, aber ihr über die Oeane hervorragender Theil ist viel kleiner als diese; die Atmosphäre ist nicht so dicht und stürmisch, daß sie das Sonnenlicht nur schwach durchbringen ließe und nur einen mangelhaften Ausblick zum Himmel gestattete, das Feuer, welches die Oberfläche des Mondes so eigenthümlich gestaltet hat, ist auf der Erde nie zu solcher Herrschaft gelangt. Die Dichtigkeit der Massen nimmt nach innen zu, der Kern ist aller Wahrscheinlichkeit nach z. Th. Eisen und an eine größere Höhlung in der Erde, so daß sie als Hohlkugel erschiene, ist so wenig zu denken als bei den anderen Planeten, wo ebenfalls die Dichtigkeit nach dem Innern zunimmt.

641. Erdfeste, Meer und Atmosphäre kann man als die drei in stiniger Wechselwirkung stehenden Organe des Erdkörpers bezeichnen, wenn auch nicht ganz in dem Sinne, wie bei einem Thier- oder Pflanzenkörper. Die Feste bildet den Grundbau, das relativ Beharrliche, die anderen beiden sind das Bewegliche, das Meer durch die Theile der Feste vielfach gehemmt, freier die Atmosphäre. Obwohl alle Urkräfte und Prozesse in jedem einzelnen sind, so kann man doch die Atmosphäre durch den Wasserdampf und schnellen Temperaturwechsel in ihr als das vorzugsweise elektrische, das Meer als das chemische, die Feste als das magnetische Erdborgan bezeichnen.

I. Die Feste.

642. Die Erdfeste, aus dem Meere in den Luftkreis emporragend, hat als Charaktere das Starre, Unbewegliche, Begrenzte. Sie wirkt, weil selbst ein ruhig Beharrendes, in sich Zurückgezogenes, weder anregend noch zerstörend auf das Reich der Gestalten, gewährt aber eben deshalb höheren Kräften und Entwicklungsstufen sichere Anhaltspunkte.

643. Die Feste übertrifft an Masse vielmal Meer und Luft

und besteht nach der Tiefe zu aus immer dichteren Schichten. Hier in dieser Region „des finstern In sich selbstseins, der einschränkenden Atomistik“ wie Hegel sagt, sind die einander entgegengesetzten Kräfte der Schwere und Wärme in ihrem unmittelbaren Aneinander thätig und erzeugen einen Zustand höchster Spannung. Der innerste Kern braucht trotz der ungeheuern Hitze nicht flüssig zu sein, sondern kann in Folge des gewaltigen Druckes fest sein; nach Bunsen erstarren viele Substanzen unter höherem Druck früher, d. h. bei höherer Temperatur. Zwischen dem festen Kern und der erstarrten Rinde dürfte sich eine heißflüssige Zone finden.

644. Wegen die Annahme eines geschmolzenen Erdinnern von einer Hitze über $238,871^{\circ}\text{C.}$ hat man auch geltend gemacht, daß sich eine geschmolzene Masse nicht über ihren Schmelzpunkt erhitzen lasse, wenn sie von einer ungeschmolzenen Rinde bedeckt ist. Eine Erhöhung über diesen Hitzeegrad müßte die Rinde ebenfalls schmelzen. (Schafhäutl in Münchn. Gel. Anz. XX, 587.) Man hat ferner die nach unten zunehmende Wärme des Erdinnern durch Compression der Luft erklärt. Im Verhältniß, in welchem die Dichtigkeit der unteren Luftschichten durch Druck der oberen wächst, wird ihre Wärmecapacität vermindert oder sie erwärmen sich im Verhältniß dieser Zusammendrückung. Nach einer Formel von Prechtl*) erreicht die Luft schon in einer Tiefe von 11,290 Klaftern die Glühhitze, 430°R. — Da gegenwärtig die Eigenwärme der Erde nur $\frac{1}{30}^{\circ}\text{R.}$ zu ihrer mittleren Temperatur beiträgt, welche vorzugsweise durch die Sonne bestimmt wird, so leuchtet ein, daß jetzt die planetarische Wärme fast nichts für das organische Leben wirkt, welches vielmehr sein Dasein ganz der Sonne verdankt.

*) Jahrbücher des polytechnischen Instituts in Wien III, S. 1—40, 1822.

645. Eisenerze und doleritische Gesteine mögen den innersten Kern der Erde bilden mit einem Zusatz von den schwersten Metallen, wenn ein mittleres Gewicht der Erde von 5,58 herauskommen soll, da die äußeren Theile der Rinde im Durchschnitt nur ein spec. Gew. von 1,8, die Silicatgesteine von 2,5 bis 2,8 haben. Größere Differenzirung in vielerlei Mineralien tritt erst in der Rinde ein und die höchste Aufschließung in eine organische Natur nur an der Oberfläche.

646. Gestalt und Vertheilung der über den Ocean hervorragenden Landmassen sind gänzlich unregelmäßig und werden vorzüglich durch die Richtung der Gebirgsketten bestimmt, welche das feste Gerippe bilden, dann durch die Hoch- und Stufenländer, in welchen das Land gegen die Tiefländer und das Meer abfällt. Die Gebirgszüge der Erde (wie die des Mondes) sind weder nach Meridianen, noch nach Parallellkreisen u. geordnet, sondern streichen nach sehr verschiedenen Richtungen. Diese Unregelmäßigkeit in der Vertheilung rührt von einer Bewegung innerer Kräfte her, welche die Erhebung meist nach zufälligen Combinationen, aber im Ganzen doch so bewirkten, daß die meisten und höchsten Gebirge in die heiße Zone fallen, wo auch wegen der vermehrten Centrifugalität die Erhebung erleichtert wurde.

647. Um den Aequator sind die tiefsten Tiefen des Meeres und die höchsten Höhen der Erde, an welchen die gewaltigen Niederschläge stattfinden, welche die Hitze mäßigen, und von wo die großen Ströme herabkommen, welche die Länder befruchten, die sonst im Sonnenbrand verschmachten würden. Der Unterschied zwischen dem Gipfel des Kintschinjinga, des höchsten Berges, und der tiefsten bis jetzt bekannten Meeresstelle beträgt 3,⁰⁵⁶ Meilen; die größten Meerestiefen müssen in den ursprünglichen Gestaltungsvorgängen und späteren Schwankungen der Rinde begründet sein, nicht in Erosionen, wie Bischoff annimmt,*) welche nur zum kleineren Theile mitgewirkt haben. Je tiefer die Meere, desto unmerkbarer muß ja die erodirende Wirkung der Meeresströme sein.

*) Die Gestalt der Erde und der Meeresfläche und die Erosion des Meeresbodens, Bonn 1867.

648. Da die Erde unzweifelhaft (Aggregationstheorie von Schladni, beiden Diberstein, Zach und Grunthuisen) fortwährend durch meteoritische Aggregation vergrößert wird, so mögen manche Einzelberge, die mit keinem Gebirgssystem zusammenhängen, ihren Ursprung auf die Erde gestürzten Meteormassen verdanken.

649. Die Gebirgssysteme sind zu sehr verschiedenen Zeiten entstanden. Es gehört die Erhebung des Vesuvus und Aetnas, der Eifel, der Röhn und des böhmischen Mittelgebirges der Neu-

zeit bis Tertiärperiode an, der West- und Ostalpen der Tertiär- bis Triasperiode, die Bildung des Thüringerwaldes der Kreide- bis Kohlenperiode, des Harzes und Erzgebirges der Kreide- bis Grauwackenperiode, des Schwarzwaldes der Jura- bis Grauwackenperiode, des Urals der Trias- bis Grauwackenperiode, des Böhmerwaldes der Kohlen- und Grauwackenperiode.

650. An die höheren Gebirgsketten legen sich sehr häufig niedrigere an, auf welche Hügel folgen, die allmählig in das Flachland übergehen. Oft ist für große Ländercomplexe eine Gliederung in Terrassen wahrzunehmen, deren niedrigste zum Meere abfällt. Manchmal sind Hochebenen von Gebirgen umschlossen, manche Ebenen stellen ausgedehnte Grasfluren dar. (Pampas, Prairies.)

651. Die Wüsten sind größtentheils ehemaliger Meeresboden, durch Erhebung über den Wasserspiegel trocken gelegt. Die größten Wüsten gehören der Nordhälfte der Osthalbkugel an; vom Westende der Sahara durch das nördliche Arabien, Persien und die Mongolei folgt Wüste auf Wüste. Die ungeheure Erhitzung des Bodens bildet über diesen weitgedehnten Terrains aufsteigende Luftströme von außerordentlicher Stärke, welche die Temperatur der angrenzenden Länder erhöhen und auf die Luftströmungen über denselben den bedeutendsten Einfluß haben. Der Winterföhn in der Schweiz stammt jedoch nach Dove nicht aus der Sahara, sondern aus dem westindischen Meere, weil er feucht ankommt, der Sommerföhn hat eine mehr locale als allgemeine Bedeutung. Die regenlosen heißen Wüsten erwärmen die über sie streichenden kalten Winde, kühlen sich dadurch und mildern die Wirkung jener Winde auf entfernte Gegenden. Nach Hartmann (Skizze der Niländer, S. 54) ist der meiste Sand der nordafrikanischen Wüsten durch Zersetzung von Gebirgsmassen entstanden, nur wenig durch ehemalige Meeresanschwellung. — Die Wüstenstürme machen den Sand immer feiner, wirken ähnlich wie Wasserströmungen.

652. Die Vertheilung von Land und Wasser, die Configuration des Terrains und die Pflanzenbedeckung bilden hauptsächlich das was man Landschaft nennt, welche erhaben oder gemein,

reizend oder widerwärtig, großartig oder kleinlich, erfreuend oder düster, mannigfaltig oder monoton sein kann.

653. In der nördlichen sowohl als südlichen Halbkugel liegt in der gegenwärtigen Erdperiode der größere Theil der Landmasse in der Osthälfte. In der südlichen Halbkugel nimmt das Land ein viel kleineres Areal ein, als in der nördlichen. Ein kleiner ganz abgesonderter Continent liegt jedoch in der südlichen Halbkugel. Die großen Continentalmassen verbreitern und versflachen sich nach Norden in langen von Ost nach West gehenden Linien. Je weiter nach Norden desto mächtiger tritt das Uebergewicht des Landes über das Meer hervor. Während die Landmassen gegen den Südpol nur Spitzen vorstrecken und das Meer den bei weitem größten Theil der Südhalbkugel bedeckt, hat im Norden das Land das Meer fast verdrängt, so daß Ost- und Westcontinent sich beinahe berühren.

654. Man kann die Continente der östlichen und der westlichen Halbkugel so miteinander vergleichen, daß Asien und Europa dem nördlichen Amerika, Afrika dem südlichen entspricht. Nicht bloß die nördliche und südliche, sondern auch die östliche und westliche Halbkugel stehen im terrestrischen und pelagischen Gegensatz, also wird auch in der östlichen Halbkugel das Land, in der westlichen das Meer überwiegen. Die beiden Continentalmassen kehren ihre zerrisseneren Seiten gegeneinander; dem Mittelmeer entspricht das Antillenmeer, dem schwarzen der Busen von Mexico, die Ostsee mit dem baltischen und finnischen Meerbusen der Hudsons- und Baffinsbai, der Landenge von Centralamerika jene von Suez. Dem gelben Meer entspricht der Busen von Californien, Corea und Japan Californien; die östliche Continentalmasse hat die indischen Inseln und Neuholland hinter sich, die westliche die polynesische Inselwelt. Beide Continente kehren ihre gegeneinander gewendeten Seiten dem atlantischen, ihre abgewendeten dem großen Ocean zu.

655. Die Hauptmasse des Ostcontinents bildet Asien, mit den Inseln 810,000 QM. groß, von trapezförmiger Form, am reichsten gegliedert und daher am zugänglichsten an der Südseite, viel weniger an der Nord- und Ostseite, durch Kleinasien und seine Inseln mit den mittelmeertischen Culturländern zusammen-

hängend. Auf dem asiatischen Festland überwiegen die Gebirgskünder weit die Tiefländer, sein Hochland hat die höchsten Gebirge der Erde, mit gewaltigen nach allen Himmelsgegenden laufenden Strömen, die jedoch an Länge und Wassergehalt die größten amerikanischen nicht erreichen. Mehrere derselben sind Zwillingeströme, in nahe gleicher Richtung verlaufend, wie Hoangho und Jantsekiang, Ganges und Bramaputra, Euphrat und Tigris u. Auch in der Entwicklung der Seen, wenn man vom Kaspisee abieht, steht Asien Amerika nach. Theils auf den Tafelländern, theils in den Tiefländern gibt es Wüsten, zum Theil ganz ohne Wasser, manchmal mit Salzboden. Namentlich im Norden finden sich ungeheure Sümpfe und Strecken öden Landes; die reichste Vegetation und Thierwelt entwickelt sich im Süden des Himalajah und auf der indischen Inselwelt, deren östliche Hälfte den Uebergang zu Australien vermittelt. Der höchste Norden stirrt einen großen Theil des Jahres in Eis, der Süden kennt keinen Winter und Regenzeiten auch nur theilweise. Asien hat die meisten Hausthiere und Nutzpflanzen geliefert, ist die Wiege der Menschheit, Heimath mehrerer alten Culturformen und der drei Hauptreligionen, zugleich Heimath des Despotismus, der Pracht und der Schätze, das Land der Wunder und der Märchen.

656. Europa ist physisch nur als westliche Halbinsel Asiens aufzufassen, fast von den Umrissen eines rechtwinkligen Dreiecks, und entwickelt seine reichste Gliederung nach Westen gegen den atlantischen Ocean, dann südlich gegen das Mittelmeer. Asien reicht von der nördlichen bis in die Südhälfte der heißen Zone, Europa liegt fast ganz in der gemäßigten, nur zum kleinsten Theil in der nördlichen kalten Zone. Es zeigt mannigfaltigen Wechsel von Berg- und Tiefland und ist ohne Wüsten, denn auch seine Haiden und Steppen tragen noch eine Pflanzendecke. Europa vermittelt den Zusammenhang zwischen dem Ost- und Westcontinent, zwischen den alten, zum Theil verschwundenen Culturen und jenen der Zukunft. Es ist das „gelobte Land“, die Perle der Erde, in welchem die höchsten und edelsten Leistungen der Menschheit vollbracht worden sind, in welchem die Gegensätze des Despotismus Asiens und der Anarchie Amerikas ihre Ausgleichung finden, die Heimath der Erkenntniß und der Kunst. Europa wirkt machtvoll

auf die ganze Erde, die Menschenströme, welche von ihm ausgehen, bringen in die fernsten Winkel und nehmen den Platz der autochthonen Bevölkerungen ein.

657. Afrika, rings von Meeren umgeben, nur durch eine schmale Erdzunge mit Asien zusammenhängend, im Umriss einem Oval sich nähernd, 534,200 QM. groß, hat eine ungemein schwache Küstengliederung und überwiegend continentalen Charakter. Es liegt größtentheils in der heißen, zum kleinern Theile in der wärmern gemäßigten Zone, ist der heißeste Erdtheil mit der größten aller Wüsten in seiner Nordhälfte, einförmiger verticaler Gliederung ohne vielfachen Wechsel, mit nur wenigen sehr großen Strömen und vielen kleineren Flüssen, deren Lauf zum Theil abwechselnd ober- und unterirdisch ist. Von den zwei großen, von sehr hohen Grenzgebirgen umgebenen Plateaus, deren eines im Norden, das andere im Süden liegt, kommen zur Regenzeit reißende, Alles überfluthende Ströme herab, die in der trockenen Zeit wasserarm oder ganz leere „Chors“ sind. Südlich vom Aequator liegen Gruppen mächtiger Seen, die dem Nil und Zambesi den Ursprung geben. Die Sahara, im Süden bis 4000' ansteigend, fällt im Norden bis unter 2000' ab und auch im Süden finden sich große Wüsten. Afrika hat nach Asien die mächtigste Thierwelt, aber wenig Hausthiere und Nutzpflanzen geliefert. Afrika ist das Land der Sklaverei und Sinnlichkeit und hat keine einzige Culturform hervorgebracht, denn die alten Aegypter und ihre Religion waren asiatischen Ursprungs.

658. Amerika, der Westcontinent, vom 53. Grad der südlichen Breite bis über den 78. der nördlichen reichend, den atlantischen und großen Ocean von einander scheidend, mit seinen Inseln 667,700 Geviertmeilen groß, ist in zwei Hälften getrennt, welche nur durch eine fadenähnliche, wenige Meilen breite Landenge zusammenhängen. Sein Norden erstreckt sich weit in die nördliche arktische Zone hinein, mit seinem Südenbe erreicht es die kälteren Gegenden der südlichen gemäßigten Zone. Seine Nordhälfte verbreitert sich immer mehr und stößt westwärts fast mit dem nordöstlichsten Asien zusammen, seine Südhälfte, fast ein rechtwinkliges Dreieck, kehrt ihre Spitze nach Süden. Beide, namentlich die Südhälfte, haben nur eine geringe Küstenentwick-

lung, deren größerer Theil dem atlantischen Ocean zugewandt ist; in diesem breitet sich zwischen den beiden Hälften eine reiche Inselwelt aus, welche an die südasiatische erinnert. In der Verticale ist die Abstufung ziemlich ausgebildet und die Flachländer liegen fast sämmtlich auf der Ostseite; die hohen Gebirgsketten mit Gipfeln bis 23,000 Fuß und riesigen Reihenvulcanen verlaufen zum Theil in Meridianrichtung. Die Vorstellung, daß die beiden Amerika von einer fast ununterbrochenen südnördlich verlaufenden Hauptgebirgskette durchzogen werden, ist aber nach M. Wagner unrichtig; es finden sich scharfe Unterbrechungen durch Einsenkung und Lücken, und die nördlich auf solche folgenden Gebirge streichen häufig in ganz anderer Richtung, oft fast in jener der Parallelkreise. Amerika hat die gewaltigsten Ströme der Erde, welche fast sämmtlich in den atlantischen Ocean münden und im Nordosten eine Gruppe mächtiger Seen. Es ist größtentheils Feucht- und Waldbland, welches Kühlung von beiden Ozeanen und seinen riesenhaften Strömen und Gebirgen erhält; statt großer Wüsten hat es unermessliche Grasfluren; der Waldcharakter ist vorzüglich in der Südhälfte ausgebildet, wo sich die prachtvollste Vegetation entwickelt. Was die Säugethiere betrifft, so steht Amerika hinter Asien und Afrika, im Reichthum der Vögel, Amphibien und Insecten übertrifft es sie. Hausthiere hat es sehr wenige, Nutzpflanzen in ziemlicher Zahl geliefert. Seine autochthone Menschheit hat mehrere Culturstaaten gegründet, welche von der eisernen Hand der weißen Eroberer zertrümmert wurden bis zur Vernichtung fast aller Denkmäler, welche ihre dunkle Geschichte hätten aufhellen können. Ein neues Geschlecht erhebt sich dort über den Gräbern der rothen Menschen, hervorgegangen aus Europa und wieder nach ihm hinschauend und auf die alte Welt zurückwirkend, welcher die Küstenentwicklung und die Strommündungen Amerikas zugekehrt sind.

659. Neuholands rundlicher Continent mit großer Einbiegung im Süden und dem Golf von Carpentaria im Norden zeigt wenig Gliederung. Das Innere ist meist ein unfruchtbares Flachland, für den Ackerbau wegen seltenen Regens untauglich, doch mit großen Strecken, die zu Weiden brauchbar sind, hie und da mit Höhenzügen, einzelnen Felsen, Bergen, Berggruppen aus

granitischen und Porphyr-.. selten vulkanischen Gesteinen, im Sommer fast wasserlos, im Winter theilweise ein schlammiger Sumpf. Nur an den Küsten finden sich einzelne Gebirgskünder; reizende Gegenden sind selten. Das Innere scheint theilweise unter den Meerespiegel eingesenkt; über die Mitte hinaus fand Stuart einen unabsehbaren, tiefblauen Salzsee, reich an Fischen. Die Oberfläche ist einförmig, unwirthlich, reich an weiten, dürrn, sandigen Ebenen, mit sparsamen, mäßig hohen, kahlen, öden Gebirgen; die wenigen Flüsse vertrocknen in der heißen Zeit mit Ausnahme des Murray fast völlig. Viele trostlose Wästen mit gelbem Sand und armseligem Buschwerk, fast ohne thierisches Leben; an manchen Stellen sogen. „Sandpfeifen oder wilde Brunnen“, runde Böcher, 3–4 Fuß weit, gewöhnlich zu unterirdischem Wasser hinabreichend in oft mehr als 100' Tiefe, von räthselhafter Entstehung. Aus den Sümpfen bringen oft laut brüllende Töne, wahrscheinlich durch unterirdische Luftsäulen entstehend, welche einer durch den Kalt dringenden Wassersäule widerstehen und durch das periodische Schwellen des Wassers vor- und zurückgetrieben werden.

660. Neuholands Gebirge sind meist Granitberge mit aufliegendem Thonschiefer und durchsetzendem Basalt; sein höchster und größter Gebirgszug, die „australischen Alpen“ im Süden von Neusüdwales und Victoria, erreicht im Mount Kosciusco von 6500' seinen höchsten Gipfel. In Südastralien und Victoria gibt es eine Anzahl erloschener Vulkane. Die secundären Gebirge sind untergeordnet, daher keine Aussicht auf große Kohlenlager, wovon sich doch eines bei Newcastle findet. Gold und Kupfer sind reichlich; ersteres liegt auf dem Granit und Thonschiefer.

661. Im Inneren, aus dem Gluthwinde an die Küsten kommen, findet man häufig Salzauswitterungen am Boden, niedriges, salziges Gestrüpp, salziges oder brackisches Wasser, tertiäres Kalkgestein mit Seemuscheln; Allem nach ist Australien nicht ein „alterndes Land“, das seinem Untergang entgegen geht, im Sinken unter das Meer begriffen ist, wie Unger annimmt, sondern eher ein Land, das sich noch nicht zu lange aus dem Meere erhoben hat und noch auf einer tieferen Bildungsstufe steht, was auch

seine organische Natur bezeugt. Nach Gregory scheint ein langgestreckter Gürtel von Sandwüsten sich westlich von Spencer's Golf bis nach dem Golf von Carpentaria hinzuziehen und die eint getrennten Inseln zum australischen Continent zu verbinden, dessen fruchtbare Hälfte östlich von diesem Gürtel liegt. Wie so Vieles in Neuhollland räthselhaft und anomal ist, so auch manche klimatische Erscheinungen. So ist in Melbourne im Winter der Nordwind der allerkälteste, der doch von den Tropen kommt, viel kälter als der vom antarktischen Meer kommende Südwind; im Sommer ist der Nordwind erdrückend heiß. Van-Diemensland ist nach Bruhn gebirgig, mit Vergreen, reich an Wasserkraft und Urwald. Neuzeelands Klima ist mild und angenehm, sein Boden fruchtbar. — In Neuhollland ist ein lehrreiches Buch aufgeschlagen, in welchem man längst vergangene Geschichten lesen kann. Seine organische Natur ähnelt etwa der, wie sie Europa zur Zeit des Diliths und der Kreide hatte; die Pflanzenwelt ist arm an nährenden Producten, die Thierwelt hat in den Monstremen und Marsupialien ihre höchsten Formen erreicht. Der Mensch, eingewandert von den östlichen Inseln Südasiens, hat dort sich nicht vermehren können und ist auf der rohesten und dürrigsten Stufe stehen geblieben.

662. Vom australischen Continent westwärts über den großen Ocean breitet sich Polynesien, eine unermessliche Inselwelt aus, theils vulcanischen Charakters mit Steilküsten und hohen Bergen, theils niedrig, flach, ein Werk der Korallenthier. Die Bewohner in ihrer außerordentlichen Zersplitterung konnten nirgends zu höheren Culturstufen gelangen; ihre Wohnsitze, ohne Raubthiere, ohne Giftschlangen und Moskiten, immergrün, ohne die Orkane und Sturmregen anderer Tropengegenden, während die Sonnengluth durch erfrischende Seewinde gemildert wird, gestatten ihnen, bei wenig Arbeit, ein naives, bald wollüstiges, bald grausames Naturleben.

663. Jeder Haupttheil der Continente hat wieder seine besonderen Eigenthümlichkeiten in Meeresbegrenzung, Gebirgs- und Flächenordnung, Stromvertheilung, klimatischen Bestimmungen, ist besonders individualisirt. Die Vertheilung nicht nur der Pflanzen und Thiere, sondern auch der Völker, deren Charakter,

Entwicklung und Schicksale hängen zum Theil von diesen Verhältnissen ab, so daß für die Bewegungen selbst der Intelligenz ein Theil der Bedingungen schon in den Bewegungen der elementaren Kräfte niedergelegt worden ist.

Die Structur der Erdrinde.

664. Die äußerste Rinde besteht aus den oxybirten Leichtmetallen der Erden und Alkalien. Die tiefste noch erforschbare Lage haben (obwohl sie öfters auch zu oberst vorkommen) die sogen. primitiven, massigen, ungeschichteten Gesteine, über welchen Massen von ganz anderer Structur und chemischer Mischung liegen, die man mit dem Namen der secundären, tertiären, quaternären oder geschichteten Gesteine bezeichnet. In den ungeschichteten Gesteinen waltet die Kieselsäure, in den geschichteten der Kalk vor. — Die sogen. metamorphischen, versteinungslosen, unteren geschichteten Gesteine können nicht als eine eigene Reihe betrachtet werden, da sowohl in Substanz als in Anordnung ihre Glieder in die Kiesel- und Kalkreihe übergehen.

665. Die Mächtigkeit der geschichteten Formationen erreicht in manchen Gegenden mehrere Meilen, in Großbritannien (nach Ramsay) 72,584', also über drei geogr. Meilen, wovon auf die tertiären Schichten 2240', die secundären 13,190', die paläolithischen 57,154' kommen. Manche ihrer einzelnen Formationen, die in England nur dünne Lagen sind, sind auf dem Continent Tausende von Fuß mächtig. Das rheinische Thonschiefergebirge erreicht eine Mächtigkeit von mehr als 30,000 Fuß. (v. Dehnhausen.) Die Steinkohlenformation bei Saarbrücken reicht nach v. Dechen's Berechnung wenigstens 16,503 Fuß unter den Meeresspiegel; unter ihr liegt wahrscheinlich erst Thonschiefer. In Pennsylvanien ist die silurische und devonische Formation wenigstens 30,000' mächtig. (Roger.) Welche unermesslichen Zeiträume sind zu solchen Bildungen erforderlich! Schon die Deltabildungen mancher Ströme erforderten hunderttausend und mehr Jahre. Manche 12—20 Fuß dicke Tropfsteinzapfen in den Abelsberger Höhlen sollen nach gewissen Berechnungen 77,000 bis 128,000 Jahre zu ihrer Bildung gebraucht haben.

666. Von den chemischen Elementen finden sich in den Gesteinen der Erde in großer Menge nur Silicium, Aluminium, Calcium, Eisen, Magnesium, Kalium, Natrium, Sauerstoff und Wasserstoff, viel minder häufig Kohlenstoff, Chlor und Schwefel. Die ersten Rollen kommen dem Silicium und Sauerstoff zu; die am weitesten und tiefsten verbreitete Substanz der Erde ist die Kieselsäure, in den Silicaten, dem Thonschiefer, Urthonschiefer, der Grauwacke zu 60—80 Procent vorhanden, die Hauptmasse der Erdrinde bildend.

667. Die Mineralsubstanzen sind ihrer Hauptmasse nach die ursprünglichen, constitutiven Bestandtheile des Erdkörpers; non omnis calx e vermibus, non omnis silex e plantis! Kalk, Kieselsäure, Eisenperoxyd sind nothwendige Lebensbedingungen der Mollusken, Krebthierchen und Bacillarien, und ihre großen Ablagerungen sind nicht etwa durch jene Organismen erzeugt. Der Kalk mußte ursprünglich vorhanden sein, damit Muschelschalen entstehen konnten; dann mochten solche wohl Kalklager bilden, die mit der Zeit selbst krystallinische Beschaffenheit annahmen. — Mit der Kieselsäure kommen in den primitiven Gesteinen eine Zahl anderer Substanzen sehr allgemein vor, namentlich Thonerdeverbindungen, Feldspath, Glimmer &c. Mit dem Kalk erscheint die Kohlenäure und Schwefelsäure verbunden.

668. Die in größeren Massen vorkommenden Bestandtheile der Erdrinde hat man in Ermangelung eines bessern Namens Felsarten genannt, obwohl sie zum Theil aus den organischen Reichen stammen. Die anorganolithischen bestehen aus wahren Mineralsubstanzen, die nicht mit Flamme brennen und sich nicht verflüchtigen. Bei den krystallinischen unter ihnen sind die Theilchen nur durch gegenseitige Anziehung und innige Ineinanderfügung verbunden, und sie können wieder einfach sein, wie Eis, Steinsalz, Gyps, Kalk, Eisenerz, Mergel, Thon- und Talkschiefer, Serpentin, Quarzit, oder gemengt wie Trachyt, Porphyr, Granit, Sphenit, Gneiß, Glimmerschiefer, Diorit, Basalt, Wacke &c. Die lastischen Gesteine bestehen aus Bruchstücken, die durch ein Cäment zusammengehalten werden, oder stellen auch lose Anhäufungen von Blöcken, Geröllen, Sand &c. dar. Hieher die verschiedenen Breccien, Porphyrsandstein, Tuff, Trass, Sand-

steine, Schiefer, Lava, Blöcke, Gerölle, Sand, Thon, Lehm, Mergel.

669. Die organolithischen Felsarten bestehen ihrer Hauptmasse nach aus Kohle oder organischen Verwesungstoffen, schwärzen sich bei Luftzutritt oder Erhitzung, verflüchtigen sich unter Flammenentwicklung und brenzlichem oder ammoniakalischem Geruch zu Kohlensäure und lassen dabei ihre erdigen Bestandtheile als Asche zurück. Die Anthracite unter ihnen verdanken ihren Ursprung Pflanzenstoffen als Producte des unvollkommenen Verbrennungsprocesses derselben; so Anthracit, Kohlen, Torf. Die Zoogenite: Koprolithen, Guano stammen aus dem Thierreiche, die sogen. Infusorienerden und Gesteine werden von Diatomeen gebildet. Sind die Graphitlager zwischen sehr altem Gneiß und Glimmerschiefer wirklich organischen Ursprungs, so reicht die Organisation in eine unermessliche Vergangenheit zurück. Sowohl bei den Gebilden der Kiesel- als der Kalkreihe bemerkt man öfters eine Neigung, regelmäßige Gestalten anzunehmen, die von den eigentlichen Krystallen aber durch Inconstanz ihrer Winkel abweichen. (Krystalloide Fägar's.) In ganze Gebirgsmassen zeigen diese Neigung, als wenn die primitiven Gebirge sich durch einen krystallinischen Act über die Oberfläche der Erde erhoben hätten und gleichsam Krystallbrusen entsprächen.

670. Die Felsarten erleiden die verschiedenartigsten Zersetzungen und Umwandlungen und associiren sich auf das mannigfachste untereinander. Ihre Umwandlung und die der Mineralien überhaupt wird hauptsächlich durch Sauerstoff, Schwefel, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und alle im Wasser löslichen Salze bewirkt; Sauerstoff und Kohlensäure in Verbindung mit dem Wasser spielen die erste Rolle. Die Umwandlung findet vorzugsweise an den mit einer Pflanzendecke bekleideten Theilen der Erdoberfläche statt, da die Pflanzen im Leben unaufhörlich Sauerstoff, während der Verwesung Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und lösliche Carbonate, besonders des Kalis, Natrons, Kalkes und der Magnesia liefern. Durch die Pflanzen wird der Stoffwechsel im Mineralreiche fortwährend unterhalten. „Die Felsarten sind die Mütter der Bodenarten, diese aber sind die Ammen

der Pflanzenarten, diese endlich machen gar verschiedenartige Ansprüche an den Boden und gedeihen nicht auf jedem.“*)

*) Senft, die krystallinischen Gelsamengtheile zc., Berlin 1868. Senft sowohl als Winkler (Gesteinslehre zc., 1864, S. 27) sprechen von der großen Verwirrung in der Bestimmung und Nomenclatur der Gelsarten.

671. Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren finden sich fast nur in den Schichtbildungen. Die krystallinischen Gesteine der Devonformation und die krystallinischen Schiefer der Vogesen enthalten bisweilen organische Reste, ein Beweis, daß sie aus neptunischem Thon-, Sand- und Kalkstein entstanden sind.

672. Die Plutonisten, deren System in neuerer Zeit große Erschütterungen erfahren hat, halten streng an der Entstehung der Massengesteine durch Feuerwirkung fest und betrachten sie als Erstarrungsgebilde. In allen waltet die Kieselsäure vor und sie theilen sich, chemisch betrachtet, in basische und saure Silicate. Sowohl die Basite, als die Acibite bilden „Texturvarietäten“, welche, wenn die Gemengtheile nicht mehr erkennbar sind, wieder besondere Namen erhalten haben, die in folgendem § paranthefirt angegeben sind.*)

*) Lotta, Geologie der Gegenwart, 1866, S. 39.

673. Vulkanische Basite sind Dolerit, Nephelindolerit (Anamefit, Basalt), Leucitfels, Hauptporphyr (Leucitporphyr), plutonische sind Diabas, Gabbro, Diorit zc. (Aphanit, Rugsdiorit), Glimmertrapp, (Minette, Kersandit), Porphyr, Sponit zc. (Sponitlsiefer). Vulkanische Acibite sind Sanidintrachyt, Oligonasttrachyt, Andesit zc. (Trachyporphyr, Obsidian, Bimsstein), plutonische Granit, Tonalit, Protogin, (Granitporphyr, Quarzporphyr, Gneiß, Pechstein, Pechsteinporphyr). Für eine Altersbestimmung dieser Gesteine fehlen die Anhaltspunkte.

674. Zur Bestimmung der chronologischen Folge der neptunischen Formationen, also ihres relativen Alters, verwendet man die organischen Reste, welche sie einschließen. Weil aber dieselben Arten in verschiedenen Gegenden zu ungleichen Zeiten begraben wurden, entstehen Schwierigkeiten, und andere ergeben sich aus dem Vorkommen gleicher Arten in unteren und oberen Schichten derselben Gegend, während sie in den mittleren fehlen, oder durch das Vorkommen von Arten, die in einer Gegend

unter anderen auch die in einer anderen Gegend jüngeren Thiere.

676. Es treten in mehreren Localitäten in verschiednen Theilen der letzten Schichten der Kalksteinbildung in der That die Reste von andern Thierformen in der Gegend vor, welche zu bestimmten Entwicklungsstadien in den Antiquitäten dieser Thiere zu gehören u. Lücken ausfüllen. Dieses u. andere hat zu verschiedenen Theorien veranlaßt. Barrande von Prag ist der meiste Anhänger der Theorie, nach welcher die neptunische Schichtenbildung durch überfluthete Thäler und Flüsse entstanden ist u. zu diesem Satz eingehendert mit sehr viel der letzten Thiere entsprechenden Organismen versehen ist. Nach seiner Ansicht ist die Schichtenbildung u. Ergänzung durch die Thiere und Thiere nicht zu verstehen. Diese u. dergleichen weisen für die Gegenwart solche Stadien für die neptunische Rüste nach, wenn schon die Neptunische Schichtenbildung nur immer in vier Abtheilungen geschehen wird: Aufsammlung aus der Erde, d. h. aus dem Meer, wo der Schichten nach und nach hervorgeht, sondern nach der Theorie Barrande's können nur Kalksteine Rüste die neptunische Rüste bilden, während Thiere, dem früheren Kalkstein genannten Meer zugehörig, zu dem Thiere, was sie jetzt im germanischen Meer vorfinden und welches aus jüngerem Meerem hervorgegangen ist.

677. Es ist zu bezweifeln, ob die Rüste gleicher Beschaffenheiten habe wieder die Rüste gleicher Arten hervorzubringen, wie inzwischen unter ungünstigen Bedingungen eine Zeit lang nach anderen Gegenden verdrängt, unterdrückt, verflümmert, meistens eine Zeit lang wirklich ausgefiert waren.*) Krejci, Haplo, Lotta wollen die sogen. Kolonien Barrande's nicht durch Einwanderung, sondern durch Störung der Lagerung, Faltung, Aneinanderverschieben der Schichten erklären.

*) Untersuchungen über die Entwicklungsgeetze der organischen Welt, Stuttgart 1864, S. 300.

678. Früher glaubte man auch, jede neptunische Formation mit ihren organischen Einschlüssen sei über die ganze Erde die gleiche, während nach der gegenwärtigen Ansicht jede nur eine

beschränkte Verbreitung hat, über welche hinaus gleichzeitige Ablagerungen von anderer petrographischer und paläontologischer Beschaffenheit beginnen. Jeder geologischen Epoche gehören also mehrere Formationen zugleich an.

678. Den ältesten und bekannten Sedimentbildungen sind sicher andere vorausgegangen, in welchen die organischen Reste durch Druck, Feuerwirkung, Gesteinsmetamorphose gänzlich zerstört sind. Eine Formation, in welcher etwa nur einzellige oder doch nur niedrigste Organismen vorkämen, gibt es kaum; in den Cambrischen Schichten kommen schon Mollusken und Crustaceen, in den silurischen bereits Fische vor. — Man nennt die aus den Petrefacten erschlossene frühere Boden- oder Meeresbeschaffenheit *Habitus*, auch *Facies*, und spricht von Land-, Fluß-, pelagischem, oceanischem *Habitus* oder *Facies*.

679. Ueber den ältesten metamorphischen Gesteinen, aus Glimmerschiefer, Gneiß, Chloritschiefer bestehend, liegt zunächst die Laurentische Formation, zuerst von Logan in Canada nachgewiesen, 18,000 Fuß unter den silurischen Schichten daselbst, in ihren kalkigen Einlagerungen die Foraminifere *Eozoon canadense* enthaltend, bis jetzt das älteste lebende Wesen. Sie sind zum Theil schon krystallinisch; ihre jüngeren Abtheilungen heißen die Ober-Laurentischen, Kalksteineinlagerungen enthaltend und 1000' mächtig, die älteren sind die Unter-Laurentischen, bestehend aus Gneiß, Quarzit, Conglomerat und körnigem Kalk, und sind wohl 20,000' mächtig. Zwischen den silurischen und Laurentischen liegen wohl 18,000' mächtige, etwa den Cambrischen entsprechende Schichten, welche man in Canada huronische genannt hat. Nach Gumbel und Hochstetter sollen die Laurentischen Schichten auch im böhmischen und bairischen Wald vorkommen; *Eozoon* findet sich im krystallinischen Kalk von Arumau in Böhmen. In Canada scheint die Laurentische Formation größtentheils von Organismen gebildet zu sein, die aber nur an einer Stelle deutlich sind, wo eben das gewaltige Risse bildende *Eozoon canadense* Dawson gefunden wird, das nach Carpenter ein gigantisches *Rhizopod* ist, zu den vielkammerigen gehörend, etwa *Nummulites* verwandt. In seinen Exemplaren zeigt sich viel Unregelmäßigkeit und großes

älteren Schichten eigen sind, in einer anderen Gegend jüngeren Schichten.

675. So finden sich dieselben Trilobitenarten in verschiedenen silurischen Terrains Böhmens, eine Steinkohlenbildung in oder unter dem Gebiet der zweiten Silurfauna in der Gegend von Oporto in Portugal, Steinkohlenpflanzen in den Anthracit führenden Schichten der Westalpen in Tarentaise, Disans u. zwischen Vlas- und Jurapetrefacten. Dieß veranlaßte Barrande den Begriff der anachronischen Kolonien aufzustellen; zunächst für die böhmische Silurformation. Anderwärts früher entstandene Thiere und Pflanzen sollen in ein fremdes Land eingewandert und dort mit den, späteren Schichten angehörenden Organismen vermischt begraben worden sein. Cop suchte Barrande's Ansicht für die Silurformation in England, Ramsay für Jura und Kreide daselbst zu erweisen. Lovén und Asbjörnsen wiesen für die Gegenwart solche Kolonien für die norwegische Küste nach, deren pelagische Molluskenbevölkerung von ihnen in vier Abtheilungen gesondert wird: Abkömmlinge aus der Eiszeit, d. h. aus jener Zeit, wo der Golfstrom noch nicht nach Norwegen, sondern nach der Ostküste Grönlands strömte und Norwegens Küste die arktische Fauna hatte, zweitens Arten, dem früheren kältern germanischen Meere eigen, drittens solche, wie sie jetzt im germanischen Meere vorkommen und viertens aus südlicheren Meeren eingewanderte Arten.

676. Bronn hingegen behauptet, die Rückkehr gleicher Lebensbedingungen habe wieder die Rückkehr gleicher Arten hervorgerufen, die inzwischen unter ungünstigen Bedingungen eine Zeit lang nach anderen Gegenden verdrängt, unterdrückt, verkümmert, vielleicht eine Zeit lang wirklich ausgestorben waren.*) Krejci, Lipold, Cotta wollen die sogen. Kolonien Barrande's nicht durch Einwanderung, sondern durch Störung der Lagerung, Falzung, Zueinanderschleichen der Schichten erklären.

*) Untersuchungen über die Entwicklungsgeetze der organischen Welt, Stuttgart 1858, S. 300.

677. Früher glaubte man auch, jede neptunische Formation mit ihren organischen Einschlüssen sei über die ganze Erde die gleiche, während nach der gegenwärtigen Einsicht jede nur eine

beschränkte Verbreitung hat, über welche hinaus gleichzeitige Ablagerungen von anderer petrographischer und paläontologischer Beschaffenheit beginnen. Jeder geologischen Epoche gehören also mehrere Formationen zugleich an.

678. Den ältesten uns bekannten Sedimentbildungen sind sicher andere vorausgegangen, in welchen die organischen Reste durch Druck, Feuerwirkung, Gesteinsmetamorphose gänzlich zerstört sind. Eine Formation, in welcher etwa nur einzellige oder doch nur niedrigste Organismen vorkämen, gibt es kaum; in den Cambrischen Schichten kommen schon Mollusken und Crustaceen, in den silurischen bereits Fische vor. — Man nennt die aus den Petrefacten erschlossene frühere Boden- oder Meeresbeschaffenheit *Habitus*, auch *Facies*, und spricht von Land-, Fluß-, pelagischem, oceanischem *Habitus* oder *Facies*.

679. Ueber den ältesten metamorphischen Gesteinen, aus Glimmerschiefer, Gneiß, Chloritschiefer bestehend, liegt zunächst die Laurentische Formation, zuerst von Logan in Canada nachgewiesen, 18,000 Fuß unter den silurischen Schichten daselbst, in ihren kalkigen Einlagerungen die Foraminifere *Eozoon canadense* enthaltend, bis jetzt das älteste lebende Wesen. Sie sind zum Theil schon krystallinisch; ihre jüngeren Abtheilungen heißen die Ober-Laurentischen, Kalksteineinlagerungen enthaltend und 1000' mächtig, die älteren sind die Unter-Laurentischen, bestehend aus Gneiß, Quarzit, Conglomerat und körnigem Kalk, und sind wohl 20,000' mächtig. Zwischen den silurischen und Laurentischen liegen wohl 18,000' mächtige, etwa den Cambrischen entsprechende Schichten, welche man in Canada huronische genannt hat. Nach Stübel und Hochstetter sollen die Laurentischen Schichten auch im böhmischen und bayerischen Wald vorkommen; *Eozoon* findet sich im krystallinischen Kalk von Krummau in Böhmen. In Canada scheint die Laurentische Formation größtentheils von Organismen gebildet zu sein, die aber nur an einer Stelle deutlich sind, wo eben das gewaltige Risse bildende *Eozoon canadense* Dawson gefunden wird, das nach Carpenter ein gigantisches Rhizopod ist, zu den vielkammerigen gehörend, etwa *Nummulites* verwandt. In seinen Exemplaren zeigt sich viel Unregelmäßigkeit und großes

Schwanken. Neben ihm mochten zahlreiche einfachere Formen vorhanden gewesen sein.

680. Ueber den Laurentischen liegen die Cambrischen und Silurschichten, aus ältester Grauwacke und Kalkstein, grünlichen, schwarzen und gelblichen Schiefern und rothem Sandstein bestehend, Fucoideen, Korallen und Liliensterne, Spirifer und Lingula, Orthoceratiten und Goniatiten, unzählige Trilobiten und die ältesten, ganz fremdbartig gestalteten Fische einschließend. Die krystallinischen Schiefer zeigen fast überall eine verticale oder subverticale Schichtenstellung, so die gewaltigen Massen von Gneiß und Glimmerschiefer der Alpen, die weit ausgedehnten Urschiefer von Böhmen, Mähren, Scandinavien, Rußland, Nord- und Südamerika, — eine Stellung, die bis jetzt noch unerklärt ist und auf den Gedanken führen könnte, als seien sie ursprünglich so entstanden.

681. Dann folgt die Devonische Formation, wozu die Orthoceratitenschichten, der Cypridinenschiefer, mancher Grauwackenschiefer und Kalk mit Spathelstein, der alte rothe Sandstein z. gehören, mit Calamiten, zahlreichen Korallen und Liliensternen, Spirifer, Stringocephalus, die letzten Trilobiten, mancherlei Fische und die ältesten Saurier enthaltend.

682. Die Gesteine der Kohlenformation sind Bergkalk, Kohlenkalk, Schieferthon, mancherlei Sandsteine mit den Hauptkohlenlagern. Man findet hier Massen von Calamiten, Farne, Sigillarien, Lepidobendern, die ersten Nadelhölzer, noch viele Liliensterne und Korallen, Productus, die ersten Süßwasserconchylien und zehnfüßigen Krebse, Fische aus der Ordnung der Ganoiden und endlich Archegosaurier.

683. Die Dyas wird aus dem unteren und oberen Rothliegenden, dem Kupferschiefer, dem unteren und oberen Zechstein, Dolomit, einigen Mergeln und Kalksteinen mit vielen Gyps- und Steinsalzlagerstätten gebildet, und man findet in ihr Reste von Calamiten und Asterophyllen, von Eycopodiaceen und Nadelhölzern, Netzkorallen, die letzten Productus, Terebrateln, von ganoiden Fischen die Sippe Palaeoniscus, den Landsaurier Protorosaurus.

684. Die Trias besteht aus dem bunten Sandstein, dem unteren und oberen Muschelkalk, dem Keuper Sandstein, Mergel

und Gyps, Dolomit und enthält Eycabeen und Nabelhölzer, baumförmige Schafsthalme, von Thieren Kiensterne, Ceratiten, die ersten Ammoniten, Ganoiden, die Labyrinthodonten, Ichthyosaurus und Nothosaurus, dann die ersten Säugethiere, nämlich Beutler.

685. Beim Jura unterscheidet man die drei Etagen des schwarzen Jura, mit bituminösem Schiefer und Kalk, des braunen mit Schieferthon, Eisenstein, Sandstein und Mergel, und des weißen mit Kalk- und Dolomitgesteinen. Er enthält Eycabeen, ungemein zahlreiche Korallen, mancherlei Kiensterne, Seeigel, die ersten Belemniten und Ammoniten, mancherlei Krebse, noch einige Ganoiden und die ersten homocerken Fische, sehr viele Saurier, Pterodactylen und Spuren von Beuteltieren.

686. Die Kreideformation gliedert sich in den Wälderthon, Flammenmergel, Plänermergel, Sand- und Kalkstein, Quader sandstein, Kreide ohne und mit Feuerstein, und es erscheinen in ihr die ersten Laubhölzer, viele Rhizopoden und Korallen, Terebrateln und Hippuriten, Belemniten, Ammoniten schon im Aussterben begriffen, eine Anzahl Süßwassermollusken, ziemlich viele Fische und Saurier.

687. Die Tertiärformation zerfällt in das Eocän, Miocän und Pliocän. Zum Eocän gehören der plastische Thon und Lodonthon, ferner die Felsch- und Nummulitenformation, Grobkalk, Gyps- und Rieselskalk des Pariserbeckens; es enthält viele Laubhölzer und Palmen, Nummuliten, Echiniten, unter zahlreichen Conchylien die ersten noch lebenden Arten, mehrere Säugethiere und Vögel. Zum Miocän gehört die untere und obere Meeres- und Süßwassermollasse, Septarienthon, Cyrenenmergel, Blätersandstein, Letten- und Braunkohlenschichten; die Landpflanzen bieten viele jetzt noch lebende Sippen und auch manche noch jetzt lebende Arten, viele noch lebende Arten von Conchylien, jetzt lebende Geschlechter von Fischen in ausgestorbenen Arten, zahlreiche Landsäugethiere, deren Arten jedoch nicht mehr existiren. Ähnlich verhält sich das Pliocän, wozu die Subapenninenschichten, der Grap, der Knochensand von Eppelsheim gehören, in welchen Gebilden die Zahl noch jetzt lebender Thier- und Pflanzenarten zunimmt. Dem Diluvium gehören der Kalk,

steine, Schiefer, Lava, Blöcke, Gerölle, Sand, Thon, Lehm, Mergel.

669. Die organolithischen Felsarten bestehen ihrer Hauptmasse nach aus Kohle oder organischen Verwesungsstoffen, schwärzen sich bei Luftzutritt oder Erhitzung, verflüchtigen sich unter Flammenentwicklung und brenzlichem oder ammoniakalischem Geruch zu Kohlensäure und lassen dabei ihre erdigen Bestandtheile als Asche zurück. Die Anthracite unter ihnen verdanken ihren Ursprung Pflanzenstoffen als Producte des unvollkommenen Verbrennungsprocesses derselben; so Anthracit, Kohlen, Torf. Die Zoogenite: Koprolithen, Guano stammen aus dem Thierreiche, die sogen. Infusorienerden und Gesteine werden von Diatomeen gebildet. Sind die Graphitlager zwischen sehr altem Gneiß und Glimmerschiefer wirklich organischen Ursprungs, so reicht die Organisation in eine unermessliche Vergangenheit zurück. Sowohl bei den Gebilden der Kiesel- als der Kalkreihe bemerkt man öfters eine Neigung, regelmäßige Gestalten anzunehmen, die von den eigentlichen Krystallen aber durch Inconstanz ihrer Winkel abweichen. (Krystalloide Jäger's.) In ganze Gebirgsmassen zeigen diese Neigung, als wenn die primitiven Gebirge sich durch einen krystallinischen Act über die Oberfläche der Erde erhoben hätten und gleichsam Krystallbrusen entsprächen.

670. Die Felsarten erleiden die verschiedenartigsten Zersetzungen und Umwandlungen und associiren sich auf das mannigfachste untereinander. Ihre Umwandlung und die der Mineralien überhaupt wird hauptsächlich durch Sauerstoff, Schwefel, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und alle im Wasser löslichen Salze bewirkt; Sauerstoff und Kohlensäure in Verbindung mit dem Wasser spielen die erste Rolle. Die Umwandlung findet vorzugsweise an den mit einer Pflanzendecke bekleideten Theilen der Erdoberfläche statt, da die Pflanzen im Leben unaufhörlich Sauerstoff, während der Verwesung Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und lösliche Carbonate, besonders des Kalis, Natrons, Kalkes und der Magnesia liefern. Durch die Pflanzen wird der Stoffwechsel im Mineralreiche fortwährend unterhalten. „Die Felsarten sind die Mütter der Bodenarten, diese aber sind die Ammen

der Pflanzenarten, diese endlich machen gar verschiedenartige Ansprüche an den Boden und gebelien nicht auf jedem.“*)

*) Senft, die krystallinischen Felsgemengtheile zc., Berlin 1868. Senft sowohl als Winkler (Gesteinslehre zc., 1864, S. 27) sprechen von der großen Verwirrung in der Bestimmung und Nomenclatur der Felsarten.

671. Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren finden sich fast nur in den Schichtbildungen. Die krystallinischen Gesteine der Devonformation und die krystallinischen Schiefer der Vogesen enthalten bisweilen organische Reste, ein Beweis, daß sie aus neptunischem Thon-, Sand- und Kalkstein entstanden sind.

672. Die Plutonisten, deren System in neuerer Zeit große Erschütterungen erfahren hat, halten streng an der Entstehung der Massengesteine durch Feuerwirkung fest und betrachten sie als Erstarrungsgebilde. In allen waltet die Kieselsäure vor und sie theilen sich, chemisch betrachtet, in basische und saure Silicate. Sowohl die Basite, als die Acidite bilden „Texturvarietäten“, welche, wenn die Gemengtheile nicht mehr erkennbar sind, wieder besondere Namen erhalten haben, die in folgendem § parenthetisch angegeben sind.)*

*) Cotta, Geologie der Gegenwart, 1866, S. 39.

673. Vulkanische Basite sind Dolerit, Nephelindolerit (Anamestit, Basalt), Leucitfels, Hauptporphyr (Leucitporphyr), plutonische sind Diabas, Gabbro, Diorit zc. (Alphanit, Kugeldiorit), Glimmertrapp, (Minette, Perlsandit), Porphyrit, Syenit zc. (Syenitschiefer). Vulkanische Acidite sind Sanidintrachyt, Oligoklasttrachyt, Andesit zc. (Trachtporphyr, Obsidian, Dimsstein), plutonische Granit, Tonalit, Protophin, (Granitporphyr, Quarzporphyr, Gneiß, Pechstein, Pechsteinporphyr). Für eine Altersbestimmung dieser Gesteine fehlen die Anhaltspunkte.

674. Zur Bestimmung der chronologischen Folge der neptunischen Formationen, also ihres relativen Alters, verwendet man die organischen Reste, welche sie einschließen. Weil aber dieselben Arten in verschiedenen Gegenden zu ungleichen Zeiten begraben wurden, entstehen Schwierigkeiten, und andere ergeben sich aus dem Vorkommen gleicher Arten in unteren und oberen Schichten derselben Gegend, während sie in den mittleren fehlen, oder durch das Vorkommen von Arten, die in einer Gegend

älteren Schichten eigen sind, in einer anderen Gegend jüngeren Schichten.

675. So finden sich dieselben Trilobitenarten in verschiedenen silurischen Terrains Böhmens, eine Steinkohlenbildung in oder unter dem Gebiet der zweiten Silurfauna in der Gegend von Oporto in Portugal, Steinkohlenpflanzen in den Anthracit führenden Schichten der Westalpen in Tarentaise, Disans u. zwischen Vias- und Jurapetrefacten. Dieß veranlaßte Barrande den Begriff der anachronischen Kolonien aufzustellen; zunächst für die böhmische Silurformation. Anderwärts früher entstandene Thiere und Pflanzen sollen in ein fremdes Land eingewandert und dort mit den, späteren Schichten angehörenden Organismen vermischt begraben worden sein. So suchte Barrande's Ansicht für die Silurformation in England, Ramsay für Jura und Kreide daselbst zu erweisen. Lovén und Asbjörnsen wiesen für die Gegenwart solche Kolonien für die norwegische Küste nach, deren pelagische Molluskenbevölkerung von ihnen in vier Abtheilungen gesondert wird: Abkömmlinge aus der Eiszeit, d. h. aus jener Zeit, wo der Golfstrom noch nicht nach Norwegen, sondern nach der Ostküste Grönlands strömte und Norwegens Küste die arktische Fauna hatte, zweitens Arten, dem früheren kältern germanischen Meere eigen, drittens solche, wie sie jetzt im germanischen Meere vorkommen und viertens aus südlicheren Meeren eingewanderte Arten.

676. Bronn hingegen behauptet, die Rückkehr gleicher Lebensbedingungen habe wieder die Rückkehr gleicher Arten hervorgerufen, die inzwischen unter ungünstigen Bedingungen eine Zeit lang nach anderen Gegenden verdrängt, unterbrückt, verkümmert, vielleicht eine Zeit lang wirklich ausgestorben waren.*) Krejci, Ripold, Cotta wollen die sogen. Kolonien Barrande's nicht durch Einwanderung, sondern durch Störung der Lagerung, Falzung, Ineinanderschieben der Schichten erklären.

*) Untersuchungen über die Entwicklungsgeetze der organischen Welt, Stuttgart 1858, S. 300.

677. Früher glaubte man auch, jede neptunische Formation mit ihren organischen Einschlüssen sei über die ganze Erde die gleiche, während nach der gegenwärtigen Einsicht jede nur eine

beschränkte Verbreitung hat, über welche hinaus gleichzeitige Ablagerungen von anderer petrographischer und paläontologischer Beschaffenheit beginnen. Jeder geologischen Epoche gehören also mehrere Formationen zugleich an.

678. Den ältesten uns bekannten Sedimentbildungen sind sicher andere vorausgegangen, in welchen die organischen Reste durch Druck, Feuerwirkung, Gesteinsmetamorphose gänzlich zerstört sind. Eine Formation, in welcher etwa nur einzellige oder doch nur niedrigste Organismen vorkämen, gibt es kaum; in den Cambrischen Schichten kommen schon Mollusken und Crustaceen, in den silurischen bereits Fische vor. — Man nennt die aus den Petrefacten erschlossene frühere Boden- oder Meeresbeschaffenheit *Habitus*, auch *Facies*, und spricht von Land-, Fluß-, pelagischem, oceanischem *Habitus* oder *Facies*.

679. Ueber den ältesten metamorphischen Gesteinen, aus Glimmerschiefer, Gneiß, Chloritschiefer bestehend, liegt zunächst die Laurentische Formation, zuerst von Logan in Canada nachgewiesen, 18,000 Fuß unter den silurischen Schichten daselbst, in ihren kalkigen Einlagerungen die Foraminifere *Eozoon canadense* enthaltend, bis jetzt das älteste lebende Wesen. Sie sind zum Theil schon krystallinisch; ihre jüngeren Abtheilungen heißen die Ober-Laurentischen, Kalksteineinlagerungen enthaltend und 1000' mächtig, die älteren sind die Unter-Laurentischen, bestehend aus Gneiß, Quarzit, Conglomerat und körnigem Kalk, und sind wohl 20,000' mächtig. Zwischen den silurischen und Laurentischen liegen wohl 18,000' mächtige, etwa den Cambrischen entsprechende Schichten, welche man in Canada huronische genannt hat. Nach Gümbel und Hochstetter sollen die Laurentischen Schichten auch im böhmischen und bairischen Wald vorkommen; *Eozoon* findet sich im krystallinischen Kalk von Krummau in Böhmen. In Canada scheint die Laurentische Formation größtentheils von Organismen gebildet zu sein, die aber nur an einer Stelle deutlich sind, wo eben das gewaltige Risse bildende *Eozoon canadense* Dawson gefunden wird, das nach Carpenter ein gigantisches Rhizopod ist, zu den vielkammerigen gehörend, etwa *Nummulites* verwandt. In seinen Exemplaren zeigt sich viel Unregelmäßigkeit und großes

Schwanten. Neben ihm mochten zahlreiche einfachere Formen vorhanden gewesen sein.

680. Ueber den Laurentischen liegen die Cambrischen und Silurschichten, aus ältester Grauwacke und Kalkstein, grünlichen, schwarzen und gelblichen Schieferu und rothem Sandstein bestehend, Fucoideen, Korallen und Biliensterne, Spirifer und Lingula, Orthoceratiten und Goniatiten, unzählige Trilobiten und die ältesten, ganz fremdartig gestalteten Fische einschließend. Die krystallinischen Schiefer zeigen fast überall eine verticale oder subverticale Schichtenstellung, so die gewaltigen Massen von Gneiß und Glimmerschiefer der Alpen, die weit ausgebreiteten Urschiefer von Böhmen, Mähren, Scandinavien, Rußland, Nord- und Südamerika, — eine Stellung, die bis jetzt noch unerklärt ist und auf den Gedanken führen könnte, als seien sie ursprünglich so entstanden.

681. Dann folgt die Devonische Formation, wozu die Orthoceratitenschichten, der Cypridinenschiefer, mancher Grauwackenschiefer und Kalk mit Spatheisenstein, der alte rothe Sandstein u. gehören, mit Calamiten, zahlreichen Korallen und Biliensternen, Spirifer, Stringocephalus, die letzten Trilobiten, mancherlei Fische und die ältesten Saurier enthaltend.

682. Die Gesteine der Kohlenformation sind Bergkalk, Kohlenkalk, Schieferthon, mancherlei Sandsteine mit den Hauptkohlenlagern. Man findet hier Massen von Calamiten, Farne, Sigillarien, Lepidodendern, die ersten Nadelhölzer, noch viele Biliensterne und Korallen, Productus, die ersten Süßwasserconchylien und zehnfüßigen Krebse, Fische aus der Ordnung der Ganoiden und endlich Archegosaurier.

683. Die Ohas wird aus dem unteren und oberen Rothliegenden, dem Kupferschiefer, dem unteren und oberen Zechstein, Dolomit, einigen Mergeln und Kalksteinen mit vielen Gyps- und Steinsalzlageru gebildet, und man findet in ihr Reste von Calamiten und Asterophyllen, von Lycopodiaceen und Nadelhölzern, Negkorallen, die letzten Productus, Terebrateln, von ganoiden Fischen die Sippe Palaeoniscus, den Landsaurier Protorosaurus.

684. Die Trias besteht aus dem bunten Sandstein, dem unteren und oberen Muschelkalk, dem Keuper Sandstein, Mergel

und Gyps, Dolomit und enthält Eycabeen und Nadelhölzer, baumförmige Schafthalme, von Thieren Liliensterne, Ceratiten, die ersten Ammoniten, Ganoïden, die Labyrinthodonten, Ichthyosaurus und Nothosaurus, dann die ersten Säugethiere, nämlich Beutler.

685. Beim Jura unterscheidet man die drei Stagen des schwarzen Jura, mit bituminösem Schiefer und Kalk, des braunen mit Schieferthon, Eisenstein, Sandstein und Mergel, und des weißen mit Kalk- und Dolomitgesteinen. Er enthält Eycabeen, ungemein zahlreiche Korallen, mancherlei Liliensterne, Seeigel, die ersten Belemniten und Ammoniten, mancherlei Krebse, noch einige Ganoïden und die ersten homocerten Fische, sehr viele Saurier, Pterodactylen und Spuren von Beuteltieren.

686. Die Kreideformation gliedert sich in den Wälderthon, Flammenmergel, Plänermergel, Sand- und Kalkstein, Quadersandstein, Kreide ohne und mit Feuerstein, und es erscheinen in ihr die ersten Laubbölzer, viele Rhizopoden und Korallen, Terebrateln und Hippuriten, Belemniten, Ammoniten schon im Aussterben begriffen, eine Anzahl Süßwassermollusken, ziemlich viele Fische und Saurier.

687. Die Tertiärformation zerfällt in das Eocän, Miocän und Pliocän. Zum Eocän gehören der plastische Thon und Löss, ferner die Flysch- und Nummulitenformation, Grobkalk, Gyps- und Kieselkalk des Pariserbeckens; es enthält viele Laubbölzer und Palmen, Nummuliten, Echiniten, unter zahlreichen Conchylien die ersten noch lebenden Arten, mehrere Säugethiere und Vögel. Zum Miocän gehört die untere und obere Meeres- und Süßwassermollasse, Septarienthon, Chyrenmergel, Blättersandstein, Letten- und Braunkohlenschichten; die Landpflanzen bieten viele jetzt noch lebende Sippen und auch manche noch jetzt lebende Arten, viele noch lebende Arten von Conchylien, jetzt lebende Geschlechter von Fischen in ausgestorbenen Arten, zahlreiche Landsäugethiere, deren Arten jedoch nicht mehr existiren. Ähnlich verhält sich das Pliocän, wozu die Subapenninenschichten, der Grap, der Knochensand von Eppelsheim gehören, in welchen Gebilden die Zahl noch jetzt lebender Thier- und Pflanzenarten zunimmt. Dem Diluvium gehören der Bß,

Schlotter, die erratischen Blöcke, die Mehrzahl der jetzt noch belebten Koralleninseln an. Man findet in ihm zahlreiche noch jetzt lebende niedere und höhere Pflanzen- und Thierarten, neben ausgestorbenen auch lebende Säugethiere und die Spuren des Menschen. Die Diluvialzeit geht ohne weitere Katastrophen unmerklich in die Gegenwart über.

688. Von dieser Reihe der neptunischen Straten sind in dieser Gegend wenige, in einer anderen mehrere Glieder entwickelt. Die polaren und borealen Länder des nördlichen Amerika z. B. bestehen fast ganz aus primitiven und paläolithischen Formationen, von mesolithischen findet sich dort nur die Juraformation, immer jedoch nur wenig entwickelt. — Gegenden, deren Boden unter der Dammerde und etwaigen alluvialen Ablagerungen aus primitiven Gesteinen besteht, sind seit ihrer Erhebung immer über dem Meere geblieben; liegen auf den primitiven Gesteinen neptunische Bildungen, so deutet dieses auf spätere Senkung und Meeresbedeckung hin.

689. Stellenweise und in ganz regelloser Vertheilung sind die Schichten besonders metallreich und erhalten dann den Namen Erzlager, welche gleichzeitig mit den sie einschließenden Massen entstanden sind. An vielen Orten finden sich Spalten in den Gesteinsmassen, die, wenn sie von anderen Mineralien erfüllt sind, Gänge heißen. Sie sind oben offen, weiter, unten enger, in der Regel quer. Entstanden zum Theil durch von unten herauf wirkende mechanische Gewalten, sind sie nicht durch Eindringen geschmolzener Massen oder Sublimation, sondern theils durch kalte, noch mehr durch heiße Gewässer, welche die erfüllenden Substanzen aufgelöst enthielten, theils durch heiße Mineraldämpfe ausgefüllt worden. Namentlich in den metallführenden Gängen findet unaufhörlich Zersetzung und Neubildung statt.

690. Ablagerungen von Stein- und Braunkohlen kommen fast durch alle Formationen vor. Bereits in den krystallinischen Schieferungen unter der Laurentischen Formation findet sich Graphit, der Anthracit von Schottland gehört der Silurzeit an, die mächtigsten Steinkohlenlager der Kohlenperiode, die Steinkohlen im Rothliegenden der Dyas, manche Steinkohlen Ungarns, des Banats und der Alpen dem Jura, andere der Kreide, die

Braunkohlen von Häring in Tyrol dem Eoän, die Mollassekohlen, die unteren Braunkohlen Böhmens und jene von Norddeutschland dem Mioän, die oberen Braunkohlen in Böhmen dem Pliokän, die Schieferkohlen in der Schweiz dem Diluvium. Unmerklich geht die Kohlenbildung in die Torfbildung der Gegenwart über.

691. Die Steinsalzlager gehören nicht, wie früher angenommen wurde, ausschließlich der Dyas- und Triaszeit an, stammen vielmehr aus verschiedener Zeit; die von Newyork aus der silurischen, jene von Artern, Röstitz, den unteren Permischen in Rußland aus der Dyas, die von Braunschweig, Schwaben, Thüringen, den Alpen aus der Trias, während die von Algerien und Cardona in Spanien wahrscheinlich der Kreide, jene von Galizien und Siebenbürgen dem Mioän angehören. Noch jetzt bilden sich Salzkrusten an vielen Meeresküsten.

692. Das Eis hat einen beschränkten Antheil an der Bildung der Erbrinde, noch den größten an den Polen, welche von mehr oder minder zusammenhängenden Eiscalotten bedeckt sind, deren Umfang nach den Jahreshälften zu- und abnimmt, dann in den Alpen und anderen Gebirgsketten, wo es als Gletschereis hoch gelegene Thäler erfüllt.

693. Das ungeheure Grönland von etwa 25,000 QM. ist größtentheils mit Eis bedeckt, dessen Dicke nach den Gletscherstücken, die ins Meer hinausgeschoben werden, 2—3000' beträgt. Niemand ist ins Innere eingebrungen, hat dieses Eisplateau überschritten. Die Ostküste ist fast unbekannt, nur spärlich von Eskimos (800—1000) bewohnt und wurde nie von Europäern colonisirt, wie man früher fälschlich angenommen.*) In Grönland verbunstet von den atmosphärischen Niederschlägen kaum ein Drittheil, das übrige wird zu Eis; in einem einzigen Fjord, deren es viele gibt, sollen jährlich 50,000 Millionen Kubikellen Eis erzeugt werden. Aus den Fjords werden die abbrechenden Eismassen ins Meer getrieben und treiben als Eisberge fort, zum Theil Millionen Kubikklaftern groß und erkälten oft die südlichen Gegenden merklich; aus dem einzigen Fjord von Goothab werden jährlich 2200 Millionen Kubikellen Eis in das Meer befördert. (Holboell.) Der ungeheure grönländische Gletscher

streckt nach allen Seiten seine Arme und wirft seine Eismassen in das Eismeer, die Davisstraße und Baffinsbai. Nach Kint gelangt nur etwa ein Sechstel des Wassers von Grönland als solches, unter den Gletschern strömend, zur See.

*) Helms, Grönland und die Grönländer, Leipzig 1867.

694. Die Korallenriffe sind 18—20' hoch und dick; ihre einzelnen Stöcke sind strauchartig, sphäroidisch, cylindrisch; in den Zwischenräumen leben eine Menge kleinerer Korallenarten, Conchylien, Stachelhäuter, Rhizozonen, Serpulen u., und Oscillatorien und Conserven überziehen sie und schlagen den kohlenfauren Kalk nieder.

695. Man kann die sämtlichen neptunischen Formationen in drei Hauptabtheilungen bringen: paläolithische, mesolithische, känoolithische. Ludwig*) will die erste Abtheilung das Zeitalter der Brachiopoden nennen und zwar die Silurischen Trilobitenformation, die Devonischen Goniatitenformation, die Kohlenischen Productusformation, die Zechsteinschen Strophalosienformation von dem hier allein vorkommenden Brachiopoden Strophalosia. Die neben den Meeresbildungen hergehenden Land- und Süßwasserbildungen schlägt er vor, nach den eigenthümlichen Pflanzen zu benennen: die Kohlenischen als Sigillarienformation, das Rothliegende als Walchiaformation, das Weißliegende als Ullmanniaformation.

*) Ludwig, die Meeresströmungen in ihrer geol. Bedeutung u., Darmstadt 1865.

696. Die mesolithischen Formationen faßt derselbe als Zeitalter der Ammoniten zusammen; den bunten Sandstein nennt er Chirotherium-Formation, den Muschelskalk Ceratiten-F., den Keuper Pterophyllum-F., den Rias Saurier-F., den braunen Jura Belemniten-F., den weißen Pterodactylus-F.; die mit diesen verbundenen Kohlenlager bezeichnet er im Gegensatz zur alten Sigillarienkohle als Eocenekohle, den Wealden als Cyrenen-F. Die Kreideschichten bezeichnet er als Rudisten-F., die mit ihr verbundenen Kohlen als Diaptychodonenkohle.

697. Die känoolithischen Formationen nennt er das Zeit-

alter der Prosobranchien (Schnecken mit vor der Herzammer liegendem Vorhof), weil diese hier ein außerordentliches Uebergewicht gewinnen, zahlreicher werden als in allen vorhergehenden Formationen zusammengekommen. Das Eokän kann den Namen Nummuliten=F. erhalten, das Neogen (Mio= und Pliokän) kann Mammalien=F. genannt werden und die Kohlen der Nummulitenzeit Palmenkohle, der Neogenzeit Cypressenkohle. Die quaternäre Zeit endlich nennt er die Anthropos=F.

698. Dana nimmt für die Kindeubildung der Erde fünf Zeitalter an, nämlich die azoische Zeit, deren meist krystallinische Gesteine, welche älter sind als das silurische Gebirge, keine Versteinerungen enthalten; die paläozoische Zeit, welche in die silurische Abtheilung oder jene der Mollusken, in die devonische oder der Fische, dann die der Kohlen und des Zechsteins oder der Kohlenpflanzen sich gliedert; die mesozoische Zeit oder die der Reptilien und Eycadeen, zu welcher Trias, Lias, Jura, Wälberrhon und Kreide gehören; die känozoische Zeit, auch die tertiäre genannt, die Zeit der Säugethiere, Palmen und Dicotyledonen mit den Abtheilungen Eokän, Miokän, Pliokän und Pleistokän; endlich die Zeit des Verstandes oder des Menschen. (Das Pleistokän oder Diluvium begreift die Ablagerungen der Eis- und Lößzeit.)

699. Die Felschichten haben nicht nur die Ueberreste vergangener Lebensformen aufbewahrt, sondern geben uns durch ihre Beschaffenheit manchmal auch Kunde von anderen längst geschehenen Ereignissen. Es mögen wohl die Gesteine in ihren Riesen noch die Richtung der Winde, Regen und Wasserströme, vielleicht selbst der Blitze früherer Erbalter zeigen, „der Lüfte Spur in alten Tafeln aus Stein und Erz“, wie R. Schimper sagte.

II. Das Meer und die Gewässer des Landes.

700. Das zweite Organ des Planeten, welches fast drei Viertheile von dessen Oberfläche als eine unvollständige Wasser-Hohlkugel bedeckt, aus welcher die höchsten Theile der Feste als Continente und Inseln emporragen, ist das Meer. Die größten gemessenen Tiefen reichen bis 2 geogr. Meilen unter den Spiegel; nimmt man mit Laplace 12,000 Fuß als mittlere Tiefe an,

so erhält man einen Gehalt von 3,000,000 Kubikmeilen, eine Wassermasse, welche sämtliche Ströme und Flüsse erst in 40,000 Jahren zu liefern vermöchten. (Größte Tiefe von Denham gemessen in $36^{\circ} 49'$ südl. Br., $37^{\circ} 6'$ westl. L., von Greenwich 46,236 engl. Fuß, von Ringgold im indischen Ocean gemessen 39,700 Par. Fuß. Die größte Tiefe des atlantischen Ozeans ist 13,000') Die Tiefe mancher Meere hat abgenommen durch den Detritus, welchen die Ströme des Landes und die oceanischen, die schwimmenden Eisberge und die die Küsten abnagende Brandung in ihnen absetzen; ferner durch die Ablagerungen von Rhizopoden, Muscheln und die Korallenriffe und Inseln.

701. Das Meer ist, wie die Atmosphäre, in steter Bewegung und Wandlung. Sein Anblick, seine Grenzenlosigkeit erweckt die Vorstellung des Unermesslichen, die Ahnung des Fernen und Zukünftigen. Es verbindet die weit voneinander wohnenden Völker und fordert durch seine Gefahren und Schrecken den Muth des Menschen heraus.

702. Wie der Luftkreis, so hat auch das Meer seine eigenthümlichen Bildungen, seine nach Beleuchtung, Tiefe, Salzgehalt wechselnden Farben, seine Lichterscheimungen, die nicht immer durch Organismen hervorgebracht werden. Nach Helmholtz ist die natürliche Farbe des ganz reinen Wassers blau (Genfersee, Garbafsee), darum ist auch das reine Gletschereis blau; die Bläue kommt aber nur bei einer gewissen Menge zum Vorschein. Die Farbe des Meeres wechselt in blauen und grünen Tinten. — In manchen Gegenden erscheint das Meer durch unermessliche Mengen von Algen und niederen Thieren gelb, roth, braun, grün gefärbt; die olivengrüne Farbe mancher Gegenden der arktischen See („black sea“) entsteht durch ungeheure Massen von Diatomeen, wie solche sich auch im antarktischen Meere finden.

703. Das Meerwasser, eine ungemein complicirte Lösung der verschiedensten Salze, Alkalien, Metalle, alle oder fast alle chemischen Elemente enthaltend, ist nicht indifferent wie die Luft, sondern gesalzen und bitter, dicht und greifbar, daher zur Aufnahme eines unermesslichen Lebens geeignet, obschon für uns von widrigem Geruch und Geschmack, Brechen erregend und schleimig.

Die Salzigkeit des Meeres ist nicht ein äußerlich zu ihm gekommener, sondern ein ihm von seiner Entstehung an wesentlicher Charakter. Nicht durch aufgelöste Salzlager ist das Meer salzig geworden, sondern die Salzlager stammen aus dem Meere. Es ist das Blut der Erde, kann erkranken, faulen und entwickelt dann tödtliche Miasmen.

704. An beiden Polen scheint das Meer gefroren zu sein und Kane's Muthmaßung von einem offenen Meere am Nordpol keinen Grund zu haben. Der Amerikaner Hayes drang auf seiner Reise 1860—61 in Nordgrönland bis $81^{\circ} 35'$ nördl. Br. vor und fand nur offene Wasserstellen, wie überall in den nördlichen Meeren, aber kein offenes Meer. Am Südpol ist die Eisbedeckung, wenigstens in der gegenwärtigen Erdperiode, ausgebehnter als am Nordpol. Capitän Ross traf in 78° südl. Br. auf eine 150 Fuß hohe senkrechte Eiswand, welche sein Schiff 300 Seemeilen weit verfolgte, und die das Ende eines unermesslichen Gletschers war, der sich von den hohen Gebirgen des Südpolarlandes an das Meer herabzog, das in geringer Entfernung von ihm 2000 Fuß Tiefe hatte.

705. Die Gletscher der Polargegenden rücken mit jedem Winter und Frühling gegen das Meer vor, Stücke von ihnen brechen ab und schwimmen als Eisberge davon, Stücke des Küsteneises als Eisinseln. Außerordentlich groß ist alljährlich die Zahl der gegen die wärmeren Gegenden treibenden, oft viele hundert Fuß hohen Eisberge und der oft meilengroßen Eisinseln, ungemein bedeutend die Menge der von ihnen fortgetragenen Stein- und Erdmassen. Schleifen die gewaltigen Eisberge mit ihrem Fußtheil im seichteren Meere, so furchen sie den Meeresboden, wie die Gletscher den Erdboden. Manche Eisberge, welche im Sommer die Schifffahrt im nordatlantischen Ocean gefährlich machen, sind zackig wie Felsgruppen, andere enthalten große blauschimmernde Höhlen wie die Alpengletscher.

706. Die Factoren der Meeresbewegung sind theils kosmische, theils tellurische. Die mächtigste bewegende Kraft ist der Schwerezug des Mondes und in viel geringerem Grade der Sonne, welcher Ebbe und Fluth bewirkt, wodurch im Allgemeinen eine der Rotationsrichtung der Erde entgegengesetzte Be-

wegung der Oeeane von Ost nach West erzeugt wird. Sonne sowohl als Mond erzeugen gleichsam zwei riesenhafte Wellen, von welchen die des Mondes viel größer ist. Die eine dieser Wellen erreicht ihren Höhepunct im obern, die andere im entgegengesetzten untern Meridian; die Quadranten beider Meridiane haben dann Fluth, die zwischenliegenden Ebbe. So mächtig ist die Anziehung des Mondes, daß der obere Quadrant während der Fluth etwa 200 Kubitmeilen Wasser mehr hat als während der Ebbe. (Vessel.) Es ist aber nicht dasselbe Wasser, was in 6¹/₄ Stunde von einem Quadranten zum andern fließen könnte, sondern der Mond verursacht überall bei seinem Durchgang im obern und untern Meridian eine Hebung der Wassermassen. Diese schreitet zwar in derselben Richtung fort, in welcher er sich scheinbar bewegt; da aber die Wassermassen bei weitem nicht schnell genug folgen können, werden sie stets durch andere ersetzt.

77. Ein zweiter Factor ist die Agendrehung der Erde, der ebenfalls das Meer nicht schnell genug folgen kann, daher hinter derselben zurückbleibt, wodurch auch eine von Ost nach West gehende Bewegung entsteht, die aber wegen der hemmenden Landmassen in ein ungemein verwickeltes System zahlreicher Strömungen übergeht. Die stärkste Strömung erfährt die allgemeine Westströmung an der amerikanischen Küste im Golf von Mexico, dessen Niveau 21 Fuß höher steht als das des großen Oceans, wodurch der Gezeitenfluß entsteht. In den großen Meeren bilden sich wirbelartige, im Inneren des Oceans keine Strömungen, an deren Rändern der Gezeitenfluß relativ ruhig bleibt, um welche auf der Zentrifugalität der atmosphärischen Niederschläge, überhaupt auf das Klima, die Richtung der Seewindströmungen, der organischen Seericht und der Schifffahrt des menschlichen Verkehrs haben. Die Kosmosbewegung der Erde erzeugt aber nicht nur direct eine Bewegung des Meeres, sondern weil sie eben so auf die Atmosphäre wirkt und in dieser constant Strömungen, herrschende Winde hervorbringt, so bewirkt sie durch diese auch indirect gewisse Meeresbewegungen.

78. Ferner muß endlich die Bewegung, welche die Temperaturvertheilung in Folge der Sonnenstrahlenintensität erfordert, welche die ständige Temperaturabnahme oberflächlich gegen die

Pole, die kälteren Polarwasser in der Tiefe gegen den Aequator strömen, die einmündenden Ströme des Landes, die Stürme, so begreift sich leicht, daß im Meere ein ewiges Wogen und Wallen ist, nie wahre Ruhe stattfinden kann. Scheint es auch spiegelglatt, so finden doch in ihm Schwingungen statt, die regelmäßig in wenigen Minuten wiederkehren, wie ein langsamer Pulsschlag, und ausgebehnte Wellenberge mit sehr breiter Grundfläche und wenig Steigung bilden. Das oft plötzliche Unruhigwerden des Meeres ohne bemerkbare äußere Ursache mag in Vorgängen unter seinem Boden beruhen; auch ist eine Communication der oceanischen Wassermassen mit den subterraneischen und selbst mit dem erhitzten Erdbinnern nicht ausgeschlossen, durch welche temporäre oder locale Erscheinungen oft furchtbarer Art entstehen müssen.

709. Das Zurückbleiben der oceanischen Wassermassen in Folge der Aendrehung der Erde wird zwischen den Tropen am stärksten sein, weil hier die Centrifugalkraft am größten ist. Die durch dieses Verhältniß gegebene allgemeine Bewegung der beiden großen Oceane von Ost nach West zersplittert sich aber wegen der entgegenstehenden Continente und Inseln in ein ganzes System zum Theil in sich selbst zurücklaufender Strömungen. Manche durchkreuzen sich, schwächen oder verstärken sich, große Continentalströme vermögen Meeresströme aus ihrer Richtung abzulenken, herrschende Winde üben Einfluß auf sie.

710. Im stillen Ocean ist die ungeheure intertropische Wassermasse in ostwestlicher Bewegung und bricht sich an der indisch-australischen Inselwelt in einen nördlichen und einen südlichen Arm. Ersterer wird zum japanischen Strom, der, in seiner nördlichen Richtung durch die Kurilen und Aleuten ostwärts gedrängt, wieder nach Amerika sich wendet und, weil er ein warmer Strom ist, sogar noch der Südküste der Halbinsel Alaska ein mildes Klima verleiht, während ihre Nordküste durch die arktischen Strömungen der Behringsstraße kalt und baumlos bleibt, dann an Californiens Küste hinabfließt und wieder in sich selbst zurückkehrt, indem er, Fleurieu's Wirbel bildend, das Sargassomeer des stillen Oceans umkreist hat. Der südliche Theil der großen Aequatorialströmung bringt, in viele Arme zertheilt, durch die indische Inselwelt in den indischen Ocean, wobei sich mit ihm ein

wegung der Océane von Ost nach West erzeugt wird. Sonne sowohl als Mond erzeugen gleichsam zwei riesenhafte Wellen, von welchen die des Mondes viel größer ist. Die eine dieser Wellen erreicht ihren Höhepunct im obern, die andere im entgegengesetzten untern Meridian; die Quadranten beider Meridiane haben dann Fluth, die zwischenliegenden Ebbe. So mächtig ist die Anziehung des Mondes, daß der obere Quadrant während der Fluth etwa 200 Kubikmeilen Wasser mehr hat als während der Ebbe. (Vessel.) Es ist aber nicht dasselbe Wasser, was in $6\frac{1}{4}$ Stunde von einem Quadranten zum andern fließen könnte, sondern der Mond verursacht überall bei seinem Durchgang im obern und untern Meridian eine Hebung der Wassermassen. Diese schreitet zwar in derselben Richtung fort, in welcher er sich scheinbar bewegt; da aber die Wassermassen bei weitem nicht schnell genug folgen können, werden sie stets durch andere ersetzt.

707. Ein zweiter Factor ist die Aendrehung der Erde, der ebenfalls das Meer nicht schnell genug folgen kann, daher hinter derselben zurückbleibt, wodurch auch eine von Ost nach West gehende Bewegung entsteht, die aber wegen der hemmenden Landmassen in ein ungemein verwickeltes System zahlreicher Strömungen übergeht. Die stärkste Stauung erfährt die allgemeine Westströmung an der amerikanischen Küste im Golf von Mexico, dessen Niveau 21 Fuß höher steht als das des großen Océans, wodurch der Golfstrom entsteht. In den großen Meeren bilden sich riesenhafte, oft Hunderte von Stunden breite Ströme, an deren Rändern das Gewässer relativ ruhig bleibt, und welche auf die Temperatur, die atmosphärischen Niederschläge, überhaupt auf das Klima, die Verbreitung der Sedimentstoffe, der organischen Wesen und die Schifffahrt den wesentlichsten Einfluß haben. Die Rotationsbewegung der Erde erzeugt aber nicht nur direct eine Bewegung des Meeres, sondern weil sie eben so auf die Atmosphäre wirkt und in dieser constante Strömungen, herrschende Winde hervorbringt, so veranlaßt sie durch diese auch indirect gewisse Meeresströme.

708. Bedenkt man endlich die Bewegungen, welche die Temperaturengleichung in Folge der Zonenverschiedenheit erfordert, wobei die wärmeren Aequatorialwasser oberflächlich gegen die

Pole, die kälteren Polarwasser in der Tiefe gegen den Aequator strömen, die einmündenden Ströme des Landes, die Stürme, so begreift sich leicht, daß im Meere ein ewiges Wogen und Wallen ist, nie wahre Ruhe stattfinden kann. Scheint es auch spiegelglatt, so finden doch in ihm Schwingungen statt, die regelmäßig in wenigen Minuten wiederkehren, wie ein langsamer Pulschlag, und ausgedehnte Wellenberge mit sehr breiter Grundfläche und wenig Steigung bilden. Das oft plötzliche Unruhigwerden des Meeres ohne bemerkbare äußere Ursache mag in Vorgängen unter seinem Boden beruhen; auch ist eine Communication der oceanischen Wassermassen mit den subterraneischen und selbst mit dem erhitzten Erdbinnern nicht ausgeschlossen, durch welche temporäre oder locale Erscheinungen oft furchtbarer Art entstehen müssen.

709. Das Zurückbleiben der oceanischen Wassermassen in Folge der Aendrehung der Erde wird zwischen den Tropen am stärksten sein, weil hier die Centrifugalkraft am größten ist. Die durch dieses Verhältniß gegebene allgemeine Bewegung der beiden großen Oceane von Ost nach West zersplittert sich aber wegen der entgegenstehenden Continente und Inseln in ein ganzes System zum Theil in sich selbst zurücklaufender Strömungen. Manche durchkreuzen sich, schwächen oder verstärken sich, große Continentalströme vermögen Meeresströme aus ihrer Richtung abzulenkten, herrschende Winde üben Einfluß auf sie.

710. Im stillen Ocean ist die ungeheure intertropische Wassermasse in ostwestlicher Bewegung und bricht sich an der indisch-australischen Inselwelt in einen nördlichen und einen südlichen Arm. Ersterer wird zum japanischen Strom, der, in seiner nördlichen Richtung durch die Kurilen und Aleuten ostwärts gedrängt, wieder nach Amerika sich wendet und, weil er ein warmer Strom ist, sogar noch der Südküste der Halbinsel Alaska ein mildes Klima verleiht, während ihre Nordküste durch die arktischen Strömungen der Behringsstraße kalt und baumlos bleibt, dann an Californiens Küste hinabfließt und wieder in sich selbst zurückkehrt, indem er, Fleurieu's Wirbel bildend, das Sargassomeer des stillen Oceans umkreist hat. Der südliche Theil der großen Aequatorialströmung bringt, in viele Arme zertheilt, durch die indische Inselwelt in den indischen Ocean, wobei sich mit ihm ein

von Süden herkommender rücklaufender Strom vereinigt, und setzt mit diesem als indischer Aequatorialstrom seinen Lauf gegen die Westküste Afrikas fort. Nordwärts von ihm gegen die vorderindische Küste, im südchinesischen, indischen und rothen Meere gibt es oberflächliche Meeresströmungen, die nach den Jahreszeiten wechseln, weil sie von den im April bis September, dann vom October bis März herrschenden Winden abhängen. Vor der Insel Rodriguez theilt sich der indische Aequatorialstrom in die Ströme von Mozambique und von Madagascar, die sich südlich von letzterer Insel zum Agulhasstrome vereinigen, welcher, in der Nähe des Vorgebirges der guten Hoffnung umbiegend und rückwärts nach Osten fließend, etwa 15 Grade westlich von der Westküste Neuholands sich in zwei Arme theilt, von welchen der eine sich, wie erwähnt, mit dem südlichen Theil des Aequatorialstromes vereinigt und so den indischen Wirbel vollendet, der andere im Süden Neuholands und Vandiemenslands dahin fließt und diesen Gegenden ein verhältnißmäßig milderer Klima verschafft, worauf er, noch die Ostküste Neuseelands bespülend, wieder nach Vandiemensland in sich selbst zurückkehrt.

711. Die atlantische Aequatorialströmung beginnt im Busen von Guinea, überschreitet den atlantischen Ocean und theilt sich beim Vorgebirge St. Rochus in einen nordatlantischen und südatlantischen Arm. Der letztere strömt reißend schnell an der brasilianischen Küste nach Süden, wird vom La Plata nach Osten gebrängt und läuft als südatlantischer Verbindungsstrom nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung zurück; nur ein kleiner Theil von ihm gelangt nach dem Feuerland und stößt dort mit dem Caphornstrom zusammen. Der nordatlantische Arm empfängt vom Amazonas und Drinoco unermesslich viel Pflanzen- und Thierreste und verbindet sich bei Trinidab mit einem nördlichen Rotationsstrome des atlantischen Oceans, der von den Inseln des grünen Vorgebirges herüber kommt, mit welchem vereinigt er in rascher Bewegung die Curve des mexicanischen Busens durchheilt, durch die Straße von Florida wieder in den atlantischen Ocean eintritt, vom Mississippi abermals Pflanzen- und Thierreste verschiedenster Art empfängt, nördlich von den Bermudas den Namen des Golfstromes erhält und nun über den atlantischen Ocean

gegen das Nordmeer, von Südwest gegen Nordost strömend und so den atlantischen Wirbel vollendend, das atlantische Sargassomeer südwärts lassend, allen Ländern, die er bespült, ein milderer Klima verleiht und überall Hölzer, Lango, Früchte, Samen, Thierreste absetzt, die er auf seinem weiten Wege aufgenommen hat. Nicht nur über Norwegen und Spitzbergen hinaus, sondern auch nordwärts und ostwärts von Novaja Semlija äußert dieser mächtigste und wichtigste der warmen Meeresströme seine kältemildernde Wirkung und hält als sogen. Polinie noch bei den neusibirischen Inseln die See im Sommer von Eis frei. Ein Theil des Golfstromes bringt mitten durch die Straße von Gibraltar und das Mittelmeer bis an die syrische Küste vor (während nord- und südwärts in der Meerenge von Gibraltar Strömungen aus dem Mittel- in das atlantische Meer gehen) und nimmt seinen Rückweg an der Nordküste Afrikas; ein anderer Arm strömt gegen die Küste von Mogador, die canarischen Inseln und setzt seinen Weg als nordafrikanischer Küstenstrom fort; ein dritter, der azorische Strom, läuft in die nordatlantische Aequatorialströmung zurück.

712. Maury schlägt die Breite des Golfstromes in den Narrows bei Bemini auf 32 Meilen, seine Tiefe auf 1200' an. Er führt durch diese Enge in jeder Secunde mit einer Geschwindigkeit von 7' 3" aus dem mexicanischen Golf in den atlantischen Ocean 1450 Millionen Kubikfuß Wasser, jährlich 211 Billionen und 500,000 Millionen Kubiktoisen. Er hat aber seine größte Entwicklung noch nicht in der Meerenge von Bemini (Bahamainseln), sondern auf der Höhe von Cap Hatteras durch die Gewässer, welche sich von der Nordäquatorialströmung mit ihm vereinen. Er hält ein Viertel der atlantischen Wassermassen in beständiger Bewegung, wird im atlantischen Ocean immer breiter (auf der Höhe der Azoren 800 Meilen), langsamer und erreicht nach einem Laufe von etwa 4000 Seemeilen das nördliche Eismeer. Maury berichtet von einem heftigen Sturme, welcher den Golfstrom zurückhielt und das Wasser im mexicanischen Golf 30 Fuß hoch staute; ein englisches Schiff, das ihn vor Anker aushielt, fand sich später hoch auf dem Trocknen und seine Anker zwischen Baumwipfeln. Endlich stürzte das abge-

dämmte Wasser, der Wuth des Sturmes trogend, mit unglaublicher Geschwindigkeit heraus, — eine über alle Beschreibung großartige Scene. Die Wassermenge, welche der Mississippi in den mexicanischen Meerbusen ergießt, beträgt nach Capt. Livingston kaum $\frac{1}{3000}$ von der, welche der Golfstrom aus jenem Meerbusen wegführt.

713. Neben den Rotations- und den durch sie bedingten rücklaufenden Strömungen besteht ein System polar-äquatorialer sogen. Driftströmungen, deren Princip die Temperatúrausgleichung der kalten und warmen Gewässer der Océane ist, wobei im Allgemeinen die warmen Äquatorialwasser mehr an der Oberfläche, die kalten schweren Polarwasser mehr in der Tiefe strömen. Diese Driftströmungen sind weniger scharf begrenzt und erfolgen langsamer. Aus dem arktischen Meere kommt ein Strom kalten Wassers durch die Behringsstraße herab und erkaltet die südlicher von ihr liegenden Land- und Meeresgebiete, auf der Ostseite Amerikas führen der Grönland- und Hudsonsstrom das Treibeis tief herab und machen die Ostküsten Nordamerikas kalt und unfruchtbar. Vom Südpol her strömen die kalten Gewässer gegen die Continente von Neuhoiland, Afrika und Amerika; im stillen Ocean und südlich von Neuhoiland führen sie die Eismassen der antarktischen Gletscher kaum über den 50° südl. Br., dem Cap der guten Hoffnung gegenüber hingegen bis zum 40°, im atlantischen Ocean sogar bis zum 36°. Von den großen antarktischen Wassermassen lösen sich jedoch kleinere Ströme ab, von welchen einer, der peruanische Strom, an der Westküste Amerikas hinaufgeht, Meer und Küsten kühlend, das Aufkommen der riffbauenden Korallenthiere bis zu den Galapagos hindern und eine pelagische Fauna bedingend, die der der gemäßigten Zone ähnlich ist. Der südafrikanische Küstenstrom, gleichfalls aus der antarktischen Zone kommend, zwingt beim Cap den Agulhasstrom zur Umkehr nach Osten und kühlt das Meer bis in die Bucht von Guinea herauf ab.

714. Eine locale Strömung im großen Ocean ist die nur in bestimmten Zeiten stattfindende Äquatorial-Gegenströmung, die zwischen den Gesellschafts- und Sandwichinseln noch eine Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Stunde hat. Sie

fließt mitten in der großen Westströmung nach Osten und entsteht wohl dadurch, daß durch die westlichen Monsune von Ende September bis Ende März die Wassermassen zwischen die Sunda-inseln und Australien hinein getrieben und immer enger eingezwängt werden, bis sie in den engen Straßen zwischen den Inseln, namentlich der Gilolostraße, die größte Geschwindigkeit erlangen und mit dieser in den stillen Ocean eintreten. Mit den Monsunen hört auch diese Strömung auf.

715. Neben allen diesen mehr oder minder an der Oberfläche wahrnehmbaren Strömungen finden noch weniger bekannte in den Tiefen statt (wie z. B. in der Behringsstraße unter einem oberen warmen Strom ein kalter und unter diesem wieder ein warmer bestehen soll), wodurch ungemein wechselnde Temperaturgrade des Meerwassers entstehen, wechselnd nach bestimmten Tiefen, oft kälter in tieferen und wärmer in höheren Breiten, und zugleich eine innige Mischung aller Meeresgewässer erzeugt wird, deren chemische Beschaffenheit fast überall nahe gleich ist.

716. Merkwürdig genug kehrt sich die Richtung mancher Meeresströme zeitweise um, wie man den Golfstrom einst zwischen Halifax und den Bermudas statt in der gewöhnlichen nordöstlichen in südwestlicher Richtung fließen sah (Maurh), den Gujana-strom statt von Nordwesten aus Südosten kommen sah. (Mann.) So fließt bei herzlosen Thieren das Blut in manchen Gefäßen auch bald in dieser, bald in der entgegengesetzten Richtung.

717. Die Meeresströmungen haben eine Tiefe von wenig bis zu Hunderten von Klaftern; öfters laufen unter oberflächlichen Strömungen tiefere in entgegengesetzter Richtung. Dieß ist der Grund, warum die Eisberge, welche von den Gletschern Grönlands kommen, ihren Weg nach Südwest ungeachtet des Golfstromes fortsetzen, da ihr Fuß manchmal 3—400 Klaftern unter dem Wasserspiegel sich befindet. Der kalte peruanische Strom dürfte eine Tiefe von einigen hundert Klaftern haben. — Die Geschwindigkeit wechselt von 2—7,5 Fuß in der Secunde, etwa wie die der Flüsse.

718. Das großartige System der pelagischen Strömungen hat seit den ältesten Zeiten mit den Vergrößerungen und der wechselnden Gestalt der Landmassen vielfache Aenderungen erfahren

und seine gegenwärtige Anordnung erst in den letzten Erdperioden erhalten.

719. Hegel sagte vom Wasser, „es sei die abstracte Neutralität und darum schon früh die Mutter alles Besonderen genannt worden“. Im Liebe eines alten Dichters heißt es: *Θεανόν πάντων γένεσιν καὶ μητέρα Τηδύν* und alle Geogoniceen verehren im Wasser den Ursprung der Dinge. Im Meere sind die ersten Lebendigen beider Reiche entstanden, und vielleicht sind selbst manche jetzige Landbewohner umgebildete ehemalige Meeresbewohner. Die unzähligen Organismen, welche das Meer jetzt noch enthält, erreichen nur im Thierreiche die höheren, jedoch nicht die höchsten Stufen; die Meerpflanzen gehören alle tieferen Stufen, namentlich der Klasse der Algen an, und bilden in merkwürdiger Weise auf ihre Art viele Formen der Landvegetation nach. Im Meere überwiegt das animalische Leben, auf dem Lande das vegetabilische.

720. Die Gewässer der Feste sind unbedeutend gegen das Meer, dem sie mit wenigen Ausnahmen ihren Ursprung verdanken, und zu welchem sie, als dem Tiefsten, zurückkehren. Die Durchgangsglieder bei diesem Kreislauf bilden die Atmosphäre und die Erdfeste. In erstere gelangen die aus dem Meere aufsteigenden Wasserdünste, schweben in ihr und gestalten sich endlich zu niederfallenden Hydrometeoren, welche die Quellen unterhalten, aus denen die Flüsse und Ströme entstehen. Die in das Erdinnere gebrungenen Gewässer sammeln sich theils in zahllosen unterirdischen Behältern, theils bringen sie in die tieferen erwärmten Schichten und steigen dann in Dampfform verwandelt wieder zu den höheren und kälteren Punkten empor, wo sie als heiße oder kalte Quellen, manchmal als Mineralwässer zum Vorschein kommen. Es gibt eine atmosphärische, eine oberirdische und unterirdische Wassercirculation. Ob bei letzterer sich nur süßes Wasser theiligt, oder ob auf dem Meeresgrunde Versenkungen und Schlünde auch Salzwasser in das Erdinnere bringen lassen, ist unbekannt, aber wahrscheinlich.

721. In Dunstform aufgelöst macht das Wasser große

Reisen, der Wind jagt heulend die dunkeln Wolkenmassen vor sich her und trägt sie in den hohen Norden, wo das Wasser erstarrt und sich zu riesigen Eisbergen aufstürmt, oder es strömt aus dunkeln Gewölk als Regen, perlt als Thau gleich strahlenden Diamanten an Blättern und Stengeln der Pflanzen. Um den Wassergehalt der Atmosphäre auszugleichen, wandert es oft viele hundert Meilen, die Vegetation zu nähren und die grellen Gegensätze des Klimas zu mildern, hier den durstig lechzenden Boden tränkend, dort sich als fruchtbringender Regen über Wald, Flur und Felder ergießend. *) Die Wassermenge, welche in einem Jahre durch die Wärme verbunstet als Wasserdampf in die Atmosphäre aufsteigt, in ihr durch die Winde, namentlich die Passate, überall hin vertheilt wird, um in Hybrometeoren wieder herab zu fallen, berechnet man auf 70,000 Kubikmeilen.

*) M. R. Wagner, Kräfte und Phänomene der Natur, Troppau 1867, S. 89.

722. Gestalt und Vertheilung der Meere werden durch die Umrisse der aus ihnen hervorragenden Landmassen, Gestalt und Vertheilung des unermesslichen Geäders der Süßwässer durch die plastischen Verhältnisse, das Relief der Erdoberfläche bedingt. Die Wasserkraft sämmtlicher Flüsse und Ströme Europas berechnet man auf etwa 300 Millionen Pferbekräfte, während die ganze Kraft der Industrie Englands für 1855 kaum 300,000 Pferbekräfte betrug. (Die Kraft des Niagarafalles beträgt über $4\frac{1}{2}$ Million Pferbekräfte.) Die Wärmemenge, welche das aus dem Meere aufsteigende Wasser in Dampfform nach oben treibt, entspricht der riesigen Summe von 16 Billionen Pferbekräften und würde, von einem Jahre gesammelt, hinreichen, um eine die ganze Erde umgebende 32 Fuß dicke Eisrinde zu schmelzen.

723. Die Seen der Erde sind in fortwährender Abnahme begriffen, viele sind im Laufe der Zeiten durch eingeschwemmte Ablagerungen kleiner geworden oder ganz verschwunden, wie z. B. die Seen des Mainzer-, Wiener-, Pariser-, Londonerbeckens. Auch die großen Seen des centralen, von hohen Gebirgen begrenzten Plateaus im äquatorialen Afrika, von welchen der Albert Nyanza und Victoria Nyanza Baker's dem weißen Nil, dem Haupt-

strom, den Ursprung geben, werden immer leichter. Ueberbleibsel alter Meere, wie der Kaspi- und Aralsee, füßen sich fortwährend durch Verdunstung aus, ihr Spiegel ist im Sinken begriffen, und die früheren thierischen Bewohner sind ausgewandert oder sterben aus.

724. So bedeutend aber auch die durch die Ströme in das Meer geführten erdigen Bestandtheile sind — nach Everest betragen sie beim Ganges jährlich 6368 Millionen Kubitfuß, — so würde das in 1000 Jahren von allen Flüssen in das Meer geführte Material den Grund des Oceans nach Manfredi doch nur um 1 Fuß erhöhen. Kohlenaurer Kalk macht hievon 50 bis 94 Proc. aus. — Beim Steigen des oberen Amazonasstromes stürzen mit weithin schallendem Donner und Wolken von Flugwasser oft große Stücke Land mit den Wäldern darauf in die Fluthen, die dadurch zurückgedrängt halb mit fürchterlicher Macht an das Ufer zurückkehren und neue Massen zum Sturz bringen. Die Erschütterung an den einen Stellen bewirkt, daß oft weit entfernte Massen gleichfalls nachgeben, so daß die Zerstörung lange fort sich selbst erregt. Die Schiffer des Solimoens nennen diese Erbstürze *terras cahidas* und fürchten sie ungemein. (Wates.)

725. Die von den höheren Puncten der Erdfeste nach den tieferen strömenden Gewässer arbeiten unaufhörlich an ihrer Zerstörung und Nivelirung. Die aus den Meeren der Vergangenheit durch Ablagerung, chemische und morphologische Prozesse gebildeten Gebirge werden mit Vernichtung der specifischen Unterschiede ihrer Bestandtheile zu indifferentem Schlamm und Sand zerrieben dem Ocean zugeführt. So negirt das Wasser alle feste und specifische Gestaltung und sucht auch im Anderen seine Formlosigkeit und Indifferenz zu setzen.

726. Das Wasser kommt mit der Luft durch die Formlosigkeit überein, hat wie sie nichts Starres, mechanisch Bestimmtes, erhält seine Form und Begrenzung nur von außen. Gleich der Luft sucht auch das Wasser allenthalben hinzubringen, breitet sich aber wegen seiner Schwere und geringen Elasticität nicht so schrankenlos aus wie jene. Mit der Luft hat endlich das Wasser auch das Bestreben und die Fähigkeit gemein, andere Körper aufzulösen.

III. Das elektrische Erdorgan, die Atmosphäre.

727. Das äußerste peripherische Organ des Planeten ist eine gasige Hohlkugel von elliptischer Form, mit größerer Aequatorial- als Polaraxe (wegen der unter dem Aequator größeren Schwingkraft und Erwärmung), welche Meer und Erdfeste umspült, dem Planeten abhärirt und sich mit ihm um die Sonne bewegt. Sie kann bei der Erde wie bei jedem Weltkörper nur bis zu einer Höhe reichen, wo Schwerkraft und Schwingkraft miteinander im Gleichgewicht sind, wird daher um so höher sein, je langsamer ein Weltkörper rotirt. Die obersten dünnsten Schichten, deren Höhe nur wenige Meilen beträgt, verlieren sich unmerklich in den Himmelsäther. Nimmt man bei gleichmäßiger Dichtigkeit als Grundlage bei der Berechnung 24,594' Höhe an, so beträgt der kubische Inhalt nahe $\frac{1}{2}$ Trillion Kubiktoisen und das Gewicht gegen 5 Trillionen Kilogramme, noch etwas weniger als $\frac{1}{1,000,000}$ der Gesamtmasse des Erdplaneten. (Nach Baumgartner wäre das Gewicht 96,480 Billionen Wiener Centner.) Die ganze Atmosphäre drückt auf die Erde wie ein Meer von 32 Fuß oder wie ein Quecksilberocean von $27\frac{1}{2}$ Zoll Höhe.

728. Allgemeine Charaktere der Luft sind Einfachheit, Allgemeinheit, Unterschiedlosigkeit, doch nur relativ, mit den anderen beiden Erdorganen verglichen, denn auch die Luft entbehrt nicht ganz Zusammensetzung und Mannigfaltigkeit, namentlich in Folge der verschiedenen Bewegung, Beleuchtung und Erwärmung. Während Erde und Meer in ihrer chemischen Beschaffenheit an verschiedenen Punkten sich ungleich verhalten, ist die Atmosphäre gleich unter dem Aequator wie an den Polen und besteht bekanntlich nach dem Gewicht aus 23,299 Sauerstoff und 76,700 Stickstoff, nach dem Volumen aus 21 Sauerstoff und 78,999 Stickstoff nebst $\frac{4}{10,000}$ bis $\frac{6}{10,000}$ kohlensaurem Gase. Ihre beiden Hauptbestandtheile bilden aber keine chemische Verbindung, sondern nur eine Mengung. Die Atmosphäre enthält nicht ganz 2 Millionen Kubikmeilen Sauerstoff; der jährliche Verbrauch durch Menschen, Thiere und Verbrennung beträgt nur $2\frac{1}{2}$ Kubikmeile. (Poggendorff.) Nach Dumas verzehren 1000 Millionen Menschen und alle Thiere (diese gleich 3000 Millionen

Menschen gesetzt) in einem Jahrhundert nur $\frac{1}{7677}$ des Sauerstoffs der Luft, so daß, wenn kein Ersatz durch die Pflanzen stattfände, derselbe für Menschen und Thiere 767,700 Jahre reichen würde. Erst in 10,000 Jahren würde Volta's Eudiometer eine Verminderung anzeigen. Durch den Sauerstoff verhält sich die Luft gegen alles Andere als ein Auflösendes, Zerlegendes, Durchdringendes und ist dadurch dem individuellen Leben zugleich freundlich und feindlich, facht seine Flamme an, wie sie seine Substanz verzehrt.

729. Die Atmosphäre ist ein stets Bewegtes. Die Umdrehung der Erde, die Verschiedenheiten des Niveaus, die Temperaturausgleichungen in Folge der ungleichen Erwärmung nach Land und Meer, nach geographischer Breite, Jahres- und Tageszeit, verticaler Erhebung zc., die Bildung und das Zerfließen von Meteoriten, mit welchen Processen ein unaufhörliches elektrisches Spiel verbunden ist, bringen ohne Unterlaß Strömungen und Aenderungen in ihr hervor. Der ungemein verwickelte Complex derselben spricht sich in den Schwankungen des Barometers aus, deren ursprünglichstes Motiv die immer wechselnde Vertheilung der Wärme ist. Die Atmosphäre ist sehr durchdringbar für die leuchtenden Wärmestrahlen, welche von der Sonne kommen, weniger hingegen für die dunkeln Wärmestrahlen der erwärmten Körper, welche sie auf ihrem Wege nach dem Weltraum theilweise absorbiert, zurückhält und so selbst erwärmt wird.

730. Obschon fortwährend fremde Gase in sie aufsteigen, behält die Atmosphäre ihre gleichmäßige Mischung und ihren bestimmten Charakter in allen Gegenden bei, indem sie vermöge ihrer Lebenskraft Alles beherrscht, sich assimilirt oder das Ueberflüssige, Fremde, Incompatible in eigenthümlichen Secretionen ausstößt. Hiedurch erweist sie sich als ein Lebendiges, ihren Charakter und ihre Form Behauptendes. Wie jedes Organ hat auch sie ihre bestimmte Capacität für diese und jene Substanzen und gleichsam auch ihre bestimmte Reizbarkeit. Die meisten Niederschläge der Atmosphäre haben als Hauptsubstrat den in ihr befindlichen Wasserdampf, der vom Lande und den Gewässern aufsteigt, und dessen krystallinische Formationen von der Mitwirkung der Electricität abzuhängen scheinen. Gewisse Staub-

niederschläge bestehen aus mikroskopischen Organismen, namentlich Bacillarien, Infusorien, Sporen, Fragmenten organischer Körper, mikroskopischen Gesteintheilchen, die durch aufsteigende Luftströme emporgehoben und fortgeführt werden.

731. Der elektrische Proceß, hauptsächlich durch die Wärme angeregt, dauert unaufhörlich wechselnd in der Atmosphäre fort, erreicht aber im Gewitter seine großartigste Entfaltung. Indem der elektrische Strom durch die schweren, schwellenden Massen der immer mehr sich drängenden Dunstbläschen dahin fährt und ihnen ihre Wärmehüllen entreißt, fällt das bis dahin in Dampfform schwebende, nun zu Tropfen geronnene Wasser zur Erde nieder, und in den frei gewordenen Raum stürzt sich die umgebende Luft stürmend und mit Donnerhall. Mit der Verminderung der Dunstmassen mindert sich ihr Drängen und die hiedurch erregte elektrische Strömung, und so erschöpft sich in stoßweisen Entladungen die aufgehäufte Wucht der wärmeerfüllten, Blitze gebärenden Wolken. Die Wärme flieht nach oben, das ihrer beraubte Wasser stürzt nach unten und verbreitet Kühlung in den der Erde nahen Schichten und auf ihrer Oberfläche. — Prestel in Emden stellte das von Ellner adoptirte Gesetz auf: „daß, wenn an einem Orte die Temperatur jeweilig über die mittlere hinausgeht, ein Gewitter allemal dann ausbricht, wenn der Barometerstand bei seinem Uebergange von einem Maximum zu einem Minimum oder umgekehrt sich so weit verändert hat, daß er mit dem mittleren Barometerstande des Ortes nahezu übereinstimmt“.

732. Die Wirkungen des Blitzes sind nicht selten höchst eigenthümlich. Bei einem Gewitter am 24. Mai 1846 im Hasle bei Frutigen, Et. Bern, sprang der Blitz von einem Birnbaum ab auf die Laube eines Hauses, tödtete dort einen Knaben, versengte dessen Mutter und warf den Großvater besinnungslos hin. Baum und Haus brannten rasch nieder. Der Arzt Müller gewahrte am Arm der versengten Frau eine wunderbar zierliche Zeichnung von Aesten, Zweigen und Blättern, wie eine Copie eines Theiles des Birnbaumes. „Das Bild (schrieb mir der Berichterstatter, Pfarrer Schädelin) war nicht eingebrannt, sondern die zarten ziegelrothen Linien und Schattirungen glichen

der feinsten Tätowirung. Anderen Tages war Alles verschwunden." 1689 schlug der Blitz in die Kirche von St. Sauveur zu Lagat, und druckte die lateinischen Einweihungsworte des h. Abendmahles von einem Papier, das mit der bedruckten Seite auf dem Altartuch lag, auf letzteres ab (natürlich umgekehrt), jedoch mit Weglassung der roth gedruckten Worte, vielleicht weil diese wegen des Zinnobers zu trocken waren, um den Blitz zu leiten. Es gibt auch kugelförmige Blitze und andere in einzelne Funken zerstückende. In den Alpen, Pyrenäen, Cordilleren u. s. sieht man oft Felsen, die durch den Blitz an der äußersten Oberfläche verglast, wie mit kleinen Pusteln bedeckt erscheinen. *)

*) De la Foudre, de ses formes et de ses effets, par L. Sestier; redig. et complet. p. Mehu, Par. 1866, 2 vol.

733. Trott behauptet, die sogen. Blitzröhren (welche manchmal verästelt sind) würden durch Wasserstrahlen gebildet, die von oben eindringen und sich bisweilen theilen; der Brauneisenstein, mit Sand vermischt, erhärtet zu einer harten Rinde. Sie kommen bei Battenberg und Neuleiningen in der Pfalz überall vor, wo eisenhaltiger Sand ist. (22.—24. Jahresbericht der Pollichia, Dürkheim 1866.)

734. Das Wetterleuchten hängt keineswegs immer von fernem Gewittern ab, sondern findet oft als geräuschlose elektrische Entladung in unmittelbarer Nähe des Beobachters statt.

735. Die gewöhnlichsten und augenfälligsten Veränderungen in der Atmosphäre beruhen auf dem durch die Metamorphosen des Wassers unterhaltenem Spiel, welches wieder durch die Wärmeschwankungen bedingt ist. Hierauf gründet sich die Bildung der Wolken, dieser „formlos grauen Töchter der Luft“ mit ihren wechselnden Gestalten, und der Hydrometeore. Mit beiden verbinden sich optische Phänomene: Morgen- und Abendröthe, Höfe um Sonne und Mond, Luftspiegelung; die Dämmerungen werden durch sie modificirt. So bilden Licht und Dunst im Verein eine eigene kleine Welt von Erscheinungen. Der Wasserdunst der Atmosphäre ist es, welcher uns das Licht der Himmelskörper vorenthält oder es mannigfach gebrochen zu uns gelangen läßt. Ja selbst die blaue Farbe des Firmaments, hervorgegangen aus dem Durchschimmern des schwarzen Weltraumes,

hängt in ihrer größern oder geringern Tiefe vom Wasserdunst ab, ist um so dunkler, je freier der Luftkreis davon ist, wird durch das Roth und Gelb der vom Lichte beleuchteten Dünste verdrängt, oder blaue Stellen, von rothen Wolken umgeben, wandeln ihre Farbe in das complementäre Grün um. Daß merkwürdigerweise bei dem schwachen Licht der Sterne das Blau des Himmels noch wahrgenommen wird, rührt von der großen Zahl der Schwingungen des blauen Lichtes her, während das langsamer schwingende rothe bei schwacher Beleuchtung verschwindet; Blau verhält sich zu Roth, wie ein höherer Ton zu einem tieferen. (Dove.)

736. Weil Dichtigkeit und Temperatur nach oben abnehmen — da dünnere Luft größere Wärmecapacität hat — so muß jenes Doppelspiel von Wärme und Wasser in den verschiedenen Schichten der Lustoceane und in den verschiedenen geographischen Breiten einen besonderen Charakter annehmen; die Bildung des Dampfes wird oben und in kalten Gegenden leichter gelingen, dort werden auch die krystallinischen Gestaltungen vorzugsweise zu Hause sein. Je mächtiger die Wärme, desto reicher die Dampfbildung, desto bedeutender also die Störungen des Gleichgewichts der Schichten und desto häufiger und furchtbarer die Stürme und Gewitter, welche diese Störungen wieder ausgleichen.

737. Die Bewegungen der Atmosphäre*) werden durch verschiedene Mächte veranlaßt. Die Ebbe und Fluth, welche Sonne und Mond in ihr veranlassen, ist nur klein und afficirt nur unter dem Aequator das Barometer augenfälliger. Die erste Hauptursache der atmosphärischen Bewegungen ist die Aendrerung der Erde, welche, da ihr die Atmosphäre nicht gleich schnell folgen kann, die Passate bedingt. Durch den scheinbaren jährlichen Gang der Sonne nun nordwärts nun südwärts vom Aequator werden die regelmäßig wechselnden Monssoons, Moussons veranlaßt. Eine dritte Hauptursache ist die Ausgleichung der Temperaturen am Aequator und unter den Polen. In Folge der letzteren entsteht ein Abfließen der unter dem Aequator erhitzten aufsteigenden Luftmassen nach den Polen in der höheren Region und ein Herabbringen der schwerern kalten Luftmassen der Pole gegen den Aequator in der tieferen. Der erstere Strom ist es, welcher

3. B. bei uns die Schäfchenwolken von Süd nach Nord treibt, während näher an der Erde Nordwind herrscht. Beiderseits am Aequator bilden sich schmale Gürtel der Windstillen, indem das rasche Aufsteigen der erwärmten Luftmassen hier ihre horizontale Bewegung fast ganz aufhebt. Die Windstille in diesem Gürtel wechselt aber mit heftigen Stürmen, den Tornados, und fast täglichen furchtbaren Gewittern und Regengüssen.

*) Marie-Davy, les mouvem. de l'atmosph. et des mers, Paris 1866.

738. In der Calmenzone findet die höchste Temperatur statt; diese Zone verrückt sich nach der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne nord- oder südwärts vom Aequator. Die Windstille in ihr entsteht durch die verticale Aufwärtsbewegung der erwärmten Luftmassen. Die beiderseits zuströmende kältere Luft bildet die Passate; der auf der nördlichen Halbkugel nimmt wegen der Erdrotation eine nordöstliche Richtung an und heißt deshalb Nordostpassat. Die oben gegen die Pole abfließende warme Luft muß aus dem gleichen Grunde eine südwestliche Richtung annehmen und heißt daher Südwestpassat, auch oberer Passat, der, in der Nähe der Calmenregion wohl 20,000' hoch, beim Fortschreiten nach Norden heruntersinkt und an der Nordgrenze der Passatregion zur Erde herab kommt, wo er die Luft ersetzt, welche der Nordostpassat gegen den Aequator führt. Locale Einflüsse bewirken, daß der zur Erde herabgekommene Südwestpassat seine Richtung gegen NO bis in die Polargegenden fortsetzt, was dann unsere warmen Südweste, sogen. Aequatorialströmungen sind, die aus den Polargegenden als kalte Nordostwinde, Polarströmungen, zur Passatzone zurückkehren. Aequatorial- und Polarströme der gemäßigten Zonen bilden nur ein in die Länge gezogenes Stück des großen Kreislaufes der Tropenzone. In der Passatregion strömen die zwei Hauptwinde übereinander, in den gemäßigten Zonen in veränderlichen Betten nebeneinander und veranlassen daher auch secundäre Winde.

739. Einen zweiten Kreislauf verursacht der aus der Verdunstung des Wassers entstehende, der Luft beigemengte Wasserdampf. Die Luft der Tropen, wegen der größeren Wärme reicher an Wasserdampf als die der anderen Zonen, wird durch die un-

teren Passate gegen die Calmenregion bewegt, verstärkt den dort aufsteigenden Luftstrom und macht ihn feucht, weswegen die Aequatorialströme bei uns im Gegensatz zu den Polarströmen feucht erscheinen. Je wärmer die Luft, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen, desto höher ist ihr „Sättigungspunct“. Bei der Abkühlung muß ein Theil des Wasserdampfes sich zu Wasser verdichten, daher bringen uns die Südwestwinde Wolken, Nebel, Regen, Schnee. Die aus dem niedergefallenen Wasser gespeisten Flüsse führen es wieder dem Meere zu, um zuletzt aufs neue, hauptsächlich in der heißen Zone, zu verdunsten.

740. Der große Kreislauf der Luft und des ihr beigemengten Wasserdampfes vollzieht sich in der Tropenzone mit größter Regelmäßigkeit, je weiter entfernt von seiner Bildungsstätte, desto unregelmäßiger in Folge von tausend localen Einwirkungen. Darum ist die Witterung in den gemäßigten Zonen so unbeständig.

741. Der Ursprung des Föhn's hat in neuester Zeit fast erbitterte Discussionen veranlaßt. Doch scheint Dove im Recht zu sein, wenn er denselben nicht aus der Sahara, sondern aus dem tropischen Amerika stammen läßt. Nach den schweizerischen Naturforschern ist der Föhn ein trockener Wind, nach Dove ein feuchter, identisch mit dem Scirocco und den Aequinoctialstürmen. Ursprünglich aufsteigend aus den Planos von Venezuela, führt er amerikanischen Staub mit sich. Indem der Scirocco am Südsüdhang der Alpen seinen Wasserdampf condensirt und als Regen herabschüttet, wird er in der Schweiz und in Deutschland trocken. Andere Stürme Südeuropas sind Ausläufer der Westindia Hurricanes; eine dritte Form ist der Feste-Föhn, der entsteht, wenn die von Afrika westlich abfließende Luft vom oberen Passat in seiner Bahn fortgerissen wird. Dann bekommen wir feuchten regenbringenden Südwest mit trockenem Anfang und Staubfällen. Eine vierte Form ist der Landföhn oder Scirocco del paese, wenn die Saharawinde an der südöstlichen Seite des oberen Passats nach NO fließen; er führt manchmal afrikanischen Wüstenstaub. Wild, der ebenfalls den Föhn mit dem aus der Höhe herabkommenden Südwestpassat oder Aequatorialstrom in Zusammenhang bringt, glaubt dessen Trockenheit auf der Nordseite der Alpen aus der Compression der Luft beim Heruntersteigen erklären zu

können, wodurch sie sich erwärmt und weniger Wasserdampf zu halten vermag. *)

*) Dove, über Eiszeit, Föhn und Sirocco, Berlin 1867. Der Schweizerföhn, Berlin 1868. Wild, über Föhn- und Eiszeit, Bern 1868.

742. Wechselln in der nördlichen Halbkugel Polar- und Aequatorialströme miteinander ab, so dreht sich im Ganzen der Wind in der Richtung SWNOS durch die Windrose, also mit dem Gang der Sonne, in der Südhalbkugel von SONWS. (Dove's Drehungsgesetz.) Diese Erscheinung beruht darauf, daß aus immer den Polen näher liegenden Gegenden kalte Luft nachströmt, welche, je näher den Polen, immer geringere Umdrehungsgeschwindigkeit hat, so daß bei uns der Nordost stets mehr in Ost übergeht. Beim Südwind strömt fortwährend Luft aus dem Aequator immer näheren Gegenden und mit immer größerer Umdrehungsgeschwindigkeit herbei, daher aus Südwest Westwind wird. Das fogen. Zurückspringen des Windes — bei uns häufiger zwischen Süd und West und zwischen Nord und Ost als zwischen West und Nord und zwischen Ost und Süd — erklärt sich im häufigeren Fall aus der Fortdauer der Ursache, also der den Wind erzeugenden Polar- oder Aequatorialströmung, im zweiten selteneren Fall aus einem Kampf dieser beiden Strömungen.

743. Stürme sind Wirbelwinde (Cyclones, wie sie Piddington nennt), die aus dem Kampf zweier nebeneinander fließender entgegengesetzter Luftströmungen entstanden, zwischen welchen eine ruhende Luftmasse sich befindet, nach einer bestimmten Richtung fortschreiten. Die ruhende Luftmasse wird in die Bewegung der vorherrschenden von jenen beiden hineingerissen, nachdem sie zuerst verdichtet wurde. Je größer der Widerstand der ruhigen Luft, desto stärker ihre Verdichtung, desto größer die Geschwindigkeit, mit welcher sie in den vorherrschenden Luftstrom ein- und mit ihm fortströmt, womit eine Seitenbewegung winkeltrecht auf die Bewegung des herrschenden Luftstromes gesetzt ist. Indem der Seitenstrom wieder die vor ihm liegenden Lufttheilchen verdichtet, wird die Hauptbewegung fortwährend in gleicher Richtung abgelenkt und es entsteht ein sich drehender Wirbel.

744. Die rasenden Orcane, Tornados, Hurricanes Westindiens an der Grenze der Windstillen und der Passate, entstehen durch den Kampf des über den Aequator hinausreichenden Südwestpassats mit dem über das nordwestliche Afrika kommenden Nordostpassat, manchmal auch durch den Widerstreit des herabkommenden oberen Passats mit dem tieferen. Bei dem vom 25. Juli 1825 auf Guadeloupe leuchtete der Wind von einer silberfarbigen Flamme, die durch Rigen und Schlüßellöcher drang, und erzeugte den Schein, als stände der Himmel in Feuer. Dove hat zuerst erkannt, daß die Orcane auf einer Wirbelbewegung der Luft beruhen, welche von West über Süd nach Ost und Nord vor sich geht. Der in nordöstlicher Richtung über den atlantischen Ocean fortschreitende Wirbel reißt öfters die afrikanische Luft mit dem ihr beigemischten röthlichen Wüstenstaub mit sich fort und es kann dann in Südwesteuropa zu Fällen von sogen. rothen Schnee und Blutregen kommen. Der Golfstrom ist Hauptursache der aequatorialen Wirbelstürme, indem der an der Nordgrenze der Passatregion aus der Höhe niedersteigende obere Passat über dem Golfstrom in Folge von dessen Bewegung nach NO im Ganzen die gleiche Richtung erhält. — Die Stürme im indischen Ocean und chinesischen Meere (Typhons) brechen aus beim Uebergang des Nordost-Moussons in den Südwest-Mousson, manchmal auch bei der Verdrängung des Südwest-Moussons durch den Nordost-Mousson, wie z. B. der furchtbare Typhon in Calcutta am 3. Oct. 1864. Stürme bei uns haben ihren Ursprung meist zwischen den Tropen, an der Nordgrenze der Calmen im atlantischen Ocean, doch können auch Gebirge und andere Localverhältnisse Stürme veranlassen. Die, welche über Europa gehen, erlöschen oft erst im nordöstlichen Rußland, beugen auch manchmal südlich zum Mittelmeer und schwarzen Meer um. (Buchan.) Deren unwiderstehliche Gewalt erklärt sich aus dem schnellen Fortschreiten der bewegten Luftmassen, welche bis 40 Stunden in einer betragen kann. Die Tornados und Typhons haben schon ganze Städte und Flotten zerstört. Wirbel von geringerem Durchmesser heißen Tromben. Man will bei ihnen und den Wirbelwinden überhaupt die Theiligung der Electricität leugnen, obgleich diese bei der Bewegung

und Reibung entgegengesetzter Luftmassen kaum zweifelhaft ist. Das Ende findet ein Sturm in Folge der Reibung, die ja zuletzt alle Bewegung aufhebt. — Die Aequinoctialstürme treten nicht immer um die Zeit des astronomischen Aequinoctiums, sondern, besonders im Herbst, oft später, manchmal erst im November ein.

745. Unzählige Bewegungen untergeordneter Art entstehen durch die ungleiche Erwärmung von Land und Meer oder großer Landstrecken, besonders auch der zeitweise glühenden Sandwüsten, nach dem wechselnden Sonnenstand, durch Terrainverhältnisse u. A. Außer den horizontalen Strömungen finden zugleich immer verticale, auf- und absteigende statt, durch welche nicht selten Gegenstände von der Erde auf hohe Punkte erhoben, oder wenn längere Zeit schwebend fortgeführt, an sehr entfernten Stellen abgesetzt werden. Die Tromben heben manchmal das Wasser ganzer Teiche in die Höhe und lassen es mit allen in demselben befindlichen Fischen, Fröschen und Insecten an anderen Orten niederfallen.

746. Durch die genauere Erforschung der Luftströmungen, um welche namentlich Dove, Fikroß, Leberrier, Buys-Ballot u. A. sehr verdient sind, vermag man nun die Witterung auf kurze Zeit vorher zu bestimmen und durch die telegraphischen Berichte (wie sie unter Anderen Kreil angeregt hat) die Annäherung von Stürmen vorher zu verkünden, demnach die Seefahrer vor Gefahren zu warnen. Die Seereisen können nun mit größerer Sicherheit und in kürzerer Zeit ausgeführt werden. Leberrier berichtete in der Sitzung der französischen Akademie vom 3. Febr. 1868 „über den gegenwärtigen Stand der meteorologischen Untersuchungen rücksichtlich der Sturmsignale, der Klimatologie, Gewitter, Hagelfälle und allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre“.) Der großen Kette von Beobachtungsstationen die Spanien, Newfoundland, Island, Skudesnaes, Haparanda, Berlin und Paris umfaßt, sollen auch noch die Azoren beigelegt werden; für die Beobachtungen zur See wirken die Marinen Frankreichs, Englands, Hollands, Norwegens, Rußlands u. zusammen. 214 Karten, welche L. vorlegte, stellen den täglichen Zustand der Atmosphäre und des Meeres vom 1. Juni bis

31. Dec. 1864 dar und umfassen die Ostküste Nordamerikas bis zur Osgrenze von Europa, den atlantischen Ocean, Nordsee, Ostsee, Mittelmeer und schwarzes Meer.

*) Comptes rend. vol. 66, p. 227.

747. Alles Organische lebt nur in und mit der Atmosphäre; wohin sie nicht bringt, reicht auch die Thier- und Pflanzenwelt nicht. Das Blut erfährt durch den Contact mit ihr eine belebende Einwirkung, das Niechorgan schöpft aus ihr seine Anregungen. Selbst unsichtbar, ist die Luft auch allen unsichtbaren Mächten näher verwandt, als Erde und Wasser; alles Sichtbare figurirt sich in ihr unmittelbar oder mittelbar und geht wieder in das Unsichtbare zurück. Wie sie einerseits das allgemeine Behütel alles organischen Lebens ist, so wohnen auch specifische Mächte des Todes und Lebens in ihr: die unsichtbaren flüchtigen Träger von Krankheiten, die Miasmen, und jene unerklärten Potenzen, welche die manchmal stattfindende außerordentliche Vermehrung einzelner Pflanzen- und Thiergattungen bedingen. (Der Samum, dessen Fortsetzung in Italien Sirocco, in Spanien Solano heißt, ist übrigens nicht durch giftige Bestandtheile, sondern durch erstaunliche Trockenheit und Hitze gefährlich.)

748. Zum Gemüth des Menschen haben die Zustände der Atmosphäre, die eben so wandelbar sind wie jenes, eine nahe Beziehung. Je nachdem ein blauer sonnenbeglänzter Himmel lacht, oder schwere Wetterwolken in ihr aufsteigen, oder eine bleigraue Decke wochenlang und unbeweglich über der Erde liegt, fühlen wir uns freudig oder ängstlich bewegt oder wie in lähmenden Banden festgehalten. Der bestimmte Charakter der Atmosphäre über einem Lande wirkt auf Charakter und Gefühlsweise seiner Bewohner ein, wie z. B. die Magerkeit und Beweglichkeit der Nordamerikaner durch die Trockenheit ihrer Luft bedingt ist. Feuchte Luft, wie z. B. in Holland, begünstigt das Fettwerden und mäßigt den Bewegungstrieb.

Phänomenologie der Erde.

749. Die Erscheinungen, welche die Erde darbietet, resultiren theils aus ihren kosmischen Beziehungen, namentlich zu

Sonne und Mond, andererseits aus dem Wechselspiel ihrer ineinander greifenden eigenen Kräfte.

750. Das oberste Regulativ gibt die Sonne, welche nicht nur die Erde in ihrer bestimmten Bahnbewegung an sich gefesselt hält, sondern durch die Wärme, welche sie an ihrer Oberfläche erregt, Bewegung und Leben auf dieser und in der Atmosphäre in rhythmischem Umschwung hervorruft und die primäre Ursache aller Witterungsänderungen ist. — Das Wärmequantum, welches die Erde von der Sonne in einem Jahre erhält, reicht nach Pouillet hin, eine Wasserschicht von 23 Meter Höhe vom Gefrierpunct bis zum Siedpunct zu erhitzen, und ist dem Wärmequantum gleich, welches die Verbrennung von 4000 Billionen Centnern Steinkohlen entwickeln würde.

751. Bahnbewegung und Axendrehung der Erde begründen den bestimmten Wechsel der Jahres- und Tageszeiten, womit eine reiche Fülle von rhythmisch wiederkehrenden Erscheinungen, nach Beleuchtung und Erwärmung, Bewegungen der Luft und des Meeres, Entstehen und Vergehen von Pflanzen und Thieren hervorgerufen wird. Hauptsächlich ist es die tägliche Rotation, welche die Wasser- und Luftmassen umtreibt, deren Westströmung im Cosinus der geographischen Breite erfolgt und unter dem Aequator am größten ist, wo sie in der Stunde fast $4\frac{1}{2}$ geogr. Meile beträgt.

752. Auf Gewicht und Fallgeschwindigkeit der festen Körper wirkt die Anziehung von Sonne und Mond wegen der überwiegenden Anziehung der Erde nicht merkbar; nur die großen flüssigen Massen lassen die Kraft jener Himmelskörper, namentlich des Mondes, wahrnehmen, der fortwährend ein paar hundert Rubitmeilen Wasser in Bewegung setzt. Wäre das Erdbinnere ein großer glutflüssiger Ocean, so müßte die Ebbe und Fluth desselben fortwährend mächtige und zerstörende Wirkungen an der Oberfläche äußern, und es müßten die Theile der Rinde in fortwährendem Auf- und Absteigen begriffen sein. Dieses ist wenigstens jetzt nicht mehr der Fall; aber in der ersten Zeit der Bildung der Kruste muß die Anziehung des Mondes Spaltungen hervorgebracht und das Zustandekommen der Kruste erschwert und verzögert haben.

753. Die Erde hängt aber auch mit dem ganzen Sonnensystem und zuletzt mit dem ganzen Weltall zusammen. Je weiter aber Weltkörper entfernt und je kleiner ihre Massen sind, desto geringer wird ihre Einwirkung, obschon auch noch die fernsten durch Licht und Schwere zur Erde in einer Beziehung stehen.

754. Nach James Croll (Phil. Magaz. Aug. 1864) unterliegen die Beziehungen zwischen Sonne und Erde einem periodischen Wechsel. Nach ihm können zwei Ursachen durch ihr Zusammentreffen allgemeine Klimaänderungen in großen Perioden herbeiführen: das Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen und die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn. Indem die Tag- und Nachtgleichen sich fortwährend verrücken, fällt bald — wie jetzt — der Winter der Nordhalbkugel in die Sonnennähe, bald der der südlichen, während die entgegengesetzte Halbkugel ihren Winter dann immer in der Sonnenferne hat. Findet gleichzeitig die größte Excentricität der Erdbahn statt, so müssen sich die Klimaänderungen ungemein steigern, am höchsten, wenn etwa auch noch die Land- und Wasservertheilung sich ändert, und es können dann abwechselnd Perioden großer Wärme oder Kälte für die eine oder andere Halbkugel eintreten, und es mag schon mehrere Eiszeiten gegeben haben.

755. Die südliche Halbkugel der Erde muß nothwendig kälter sein als die nördliche, da auf ihr das Meer überwiegt. Dieses reflectirt nämlich einen großen Theil der Wärmestrahlen, das Land absorbirt sie hingegen; ferner ist die Verdunstung auf dem Meere stärker als auf dem Lande und es wird daher fortwährend eine bedeutende Wärmemenge gebunden.

756. Aus ähnlichen Gründen müssen die Küstenländer und Inseln ein gemäßigteres Klima haben als die continentalen; im ersteren gelinde Winter und kühle Sommer, in den zweiten strenge Winter und heiße Sommer. Unter allen Theilen der nördlichen Halbkugel hat Europa die günstigsten klimatischen Bedingungen: den Golfstrom, welcher die erwärmten Gewässer aus dem tropisch amerikanischen Meere an seine Westküsten führt, und die Sahara im Süden, welche ihm gleich einem Gluthofen warme Luftströme zusendet.

757. Die Abnahme der Wärme um einen Grad R. bei

Erhebung über das Meer wechselt nach den Jahres- und Tageszeiten, der Configuration und physischen Beschaffenheit der Gegend und ihrer Umgebung, den Luftströmungen zc. um 500—1200' ab, beträgt jedoch für Deutschland und die Schweiz 500—600 Fuß. Nach Renon entspricht eine Erhebung von 552 Par. Fuß einer Annäherung an den Nordpol um 20 geogr. Meilen.

758. Vielerlei specielle Verhältnisse führen für die verschiedenen Gegenden der Erde eine Modification der Jahrestemperatur herbei, welche sehr einfach bestimmt wäre, hinge sie allein von der geographischen Breite ab. Durch Linienysteme von verschiedener Bedeutung drückt man die ermittelten Ergebnisse graphisch aus, verbindet durch die Isothermen die Gegenden von gleicher mittlerer Jahrestemperatur, durch die Isotheren die von gleicher mittlerer Sommerwärme, durch die Isochimenen jene von gleicher Winterkälte, durch die Isanomalien die, welche eine gleiche Anomalie der Wärme haben, d. h. deren Wärme entweder größer oder geringer ist, als die normale mittlere Jahrestemperatur ihres Paralleltreifes.

759. Der Gang der Temperatur im Jahreslauf und deren Schwankungen sind für jeden Ort in bestimmte Grenzen eingeschlossen. Abweichungen, welche den normalen Gang sehr überschreiten, betreffen dann nicht bloß diesen Ort, sondern machen sich über weite Gegenden geltend. Zu große Wärme oder Kälte sind jedoch nicht über die ganze Erde verbreitet, sondern compensiren sich so, daß wenn z. B. Europa einen sehr kalten Winter oder sehr heißen Sommer hat, in Nordamerika das Gegentheil stattfindet und umgekehrt.

760. Die Rückschritte der Wärme im Mai (11.—13.) sind wissenschaftlich constatirt, nicht bloß Volksmeinung. Je mehr sich in der nördlichen Zone Eis und Schnee erzeugt hat, desto härter ist der Kampf im März, April, Mai zwischen der steigenden Sonne und dem Winter. Wenn durch die Auflockerung der continentalen Luft über Asien eine Lücke entsteht, so suchen die feuchten, kühlen Luftmassen des atlantischen Oceans diese auszufüllen und es tritt bei uns im April bis Juni Kühle und Regenzeit ein. Der aus den geschmolzenen und verdunsteten Eis- und Schneemassen und in nördlicheren Gegenden erzeugte Wasser-

dampf kann aufs neue durch wärmere oder kältere Winde als Regen oder Schnee niedergeschlagen werden.

761. Bei uns zerfällt das Jahr in eine kältere Hälfte vom Winter- bis zum Sommersolstitium und in eine wärmere vom Sommer- bis zum Wintersolstitium. Das Vierteljahr vom 21. Sept. bis 21. Dec. ist das der zunehmenden Kälte, das vom 21. März bis 21. Juni das der zunehmenden Wärme, das vom 21. Dec. bis 21. März das der niedrigsten Temperatur, das vom 21. Juni bis 21. Sept. das der höchsten. Der Januar hat sein Gegenbild im Juli, März und September stehen sich als die Monate der mittleren Jahreswärme gegenüber. Wie sich Juni und Juli aneinander reihen, so December und Januar; es sind die Uebergangsmonate, in welchen sich die beiden Reihen der zunehmenden und abnehmenden Wärme und Kälte aneinander schließen, um zugleich in entgegengesetzter Richtung auseinander zu treten. So wiederholt sich seit einer unbekannten Vergangenheit und für eine ungewisse Zukunft der rhythmische Cyklus der Jahreszeiten.

762. Unter dem Aequator ist der Witterungsgang einfach und großartig. „Es gibt in Para weber Frühling, noch Sommer, noch Herbst, sondern jeder Tag ist eine Vereinigung von allen dreien. Bei der beständigen Tag- und Nachtgleiche neutralisiren sich die atmosphärischen Störungen eines Tages noch ehe der nächste Morgen anbricht; die Sonne vollendet ihren Lauf mitten durch den Himmel und die tägliche Temperatur wechselt das ganze Jahr höchstens um zwei oder drei Grade.“ (Vates.)

763. Im täglichen Temperaturwechsel treten die wärmsten Stunden bald nach dem höchsten Stand der Sonne ein, die kühlfsten oder kältesten vor dem Aufgang derselben, jedoch mit bestimmten Verschiebungen nach den Jahreszeiten. Wenn auch in den Polarländern die Sonne unter dem Horizont steht, findet doch um Mittag eine kleine Erhöhung der Temperatur durch Mittheilung der oberen von der Sonne noch beschienenen Luftschichten statt. („Dämmerungswärme.“)

764. „Witterung“ ist der allgemeine Ausdruck für ein launisches, stets wechselndes Spiel von Vorgängen, das in keinem Jahre unter allen Jahrtausenden ganz gleich ist, ein Proteus, bis

jetzt nur theilweise von uns begriffen. — Man hat das Wetter mit einem riesigen Organismus verglichen, der, mit tausend Gliedern die Erde umspannend, eingeschlossen in die Perioden des Jahres und Tages sich ohne Unterlaß aus sich selbst erzeugt. Der Riese umspannt mit seinem Leibe, dem Luftmeere, den Erdball, windet sich im gleichen Augenblick hier krampfhaft in Wärme oder Kälte, brennt dort in Dürre oder schüttelt unbehaglich sein nasses Wolkenhaar, zuckt hier in Blitz und Sturm oder sonnt sich dort still im blauen Aether. Der Himmel ist das Gesicht des Riesen; wer einmal mit seinen Zügen sich vertraut gemacht, merkt doch, was er sinnt und denkt. (Helm.) Auf kürzere Zeit mag man aus gewissen Zeichen des Himmels: Morgen- und Abendroth, Thau und steigendem oder fallendem Nebel, Beschlagen der Wände, Brauen der Berge, Rauschen und Riechen der Essen, Sichtbarwerden ferner Gegenstände, namentlich der Gebirge, dem ruhigen oder zitternden Schein der Sterne, den Höfen um Sonne und Mond u., das Wetter öfters im voraus errathen. Vorausbestimmung auf längere Zeit als einige Tage erforderte universelle Kenntniß alles Dessen, was in jüngster Zeit auf der Erde geschehen ist und eben geschieht. *)

*) Vergl. Willb, über Wetterprophezeiung, Bern 1867.

765. Man kann kaum zweifeln, daß der Mond nach seiner wechselnden Entfernung und seinen Richtphasen veränderlich auf die Atmosphäre wirkt und Einfluß auf die Witterung hat, was zwar Bessel leugnete, Arago, Rämz, Ellner, Schiaparelli u. A. annehmen. Schübler leitete den (obschon sehr schwachen) Einfluß des Mondes auf die Witterung von der chemischen Wirkung seines Lichtes her, Eisenlohr und Plaugergues von der Attraction, Humboldt nannte das Mondlicht wärmeerzeugend und den Vollmond wolkenzerstreuend, J. Herschel findet es wahrscheinlich, daß auf dem Monde eine sehr hohe Temperatur herrsche, wodurch er um die Opposition zu einer Wärmequelle für die Erde werde, eben noch stark genug, in der oberen Atmosphäre Wolken in durchsichtigen Dampf zu verwandeln.

766. Luft, Meer und Feste stehen in der lebhaftesten Wechselwirkung. Jedes dieser Erborgane hat wieder sein eigenes Leben, Natur und Art und erzeugt bestimmte Gestaltungen. Jedes nimmt und gibt: die Luft von Meer und Land, und diese saugen wieder die Luft ein; das Gewässer bringt in die Feste, und diese vergrößert sich wieder durch Ablagerungen aus jenem. Ueberall finden Auflösungs- und Bildungsproceße statt: Verwandlung von festen Stoffen in Luft und Wasser, von Wasser und Luft in feste Körper, Meteoration, Krystallisation, Organisation.

767. Viele Gesteine saugen nach v. Humboldt's und Anderer Versuchen das Orygen der Luft gierig ein, am meisten Thone, Steinkohlen, Steinsalze, am wenigsten die granitischen Gesteine. Möglicherweise wird ein Theil dieses Sauerstoffs zur Erzeugung von Wasser verwandt, welches sich in den Klüften überall tropfenweise absondert. Das Gletschereis soll seinen herben, zusammenziehenden Geschmack der Oxydation verdanken. Ferner hauchen die Gesteine verschiedene irrespirable Gasarten, wie Kohlengas, Stickgas u. aus, die wieder in die Atmosphäre eingehen.

768. Das Wasser, welches zwischen Feste und Luft, wie zwischen polaren Gegensätzen, hin und her strömt, wirkt unaufhörlich verändernd auf die Feste ein, am gewaltigsten da, wo es mit heißen oder glühenden Massen in Berührung zu Explosionen, zur Zersprengung bereits gebildeter Massen, zu gewaltiger Dampfbildung kommt, die ihrerseits wieder durch Druck und Auflösung oder, wenn sie in der Tiefe stattfand, hebend auf die über ihr liegenden Schichten wirkt. Der Sand der Wüsten ist wohl zum Theil durch Berührung von Wasserfluthen und erhitzten Granitfelsen entstanden, die dann berstend in feinkörnige Massen zerfielen.

769. Durch Verwitterung entstandene Klüfte werden mit Wasser gefüllt, welches beim Gefrieren die Felsen auseinander sprengt und Einsturz von Bergen herbeiführen kann. Auch die Sonne vermag zerstörend auf die Gesteine zu wirken. Livingstone fand die Steine am Nyassasee so heiß, daß selbst nach Sonnenuntergang sich Niemand auf sie setzen konnte; bei Nacht erkalteten sie dann, die äußeren Schichten ziehen sich zusammen und springen oft mit Donnerknall ab. Wegstein berichtet Aehn-

liches aus dem von ihm entdeckten vulkanischen Gebiete östlich von Damascus. Die Gesteinszertrümmerung auf dem Plateau der Sahara in Südalgerien scheint ebenfalls durch die wechselnde starke Erhitzung und darauf folgende Erkaltung, wobei der Thau gefriert, bewirkt zu werden. *)

*) Zeitschr. für Erdkunde, 1855, Bd. 5.

770. Die organische Schöpfung wirkt auf die Erde zurück, aus der sie als höchste Entwicklungsstufe hervorgegangen ist, in der sie wurzelt und Bestand hat, am stärksten der Mensch. Er ist die Spitze der ganzen Entwicklung, und in ihn ist die treibende Kraft derselben größtentheils übergegangen, wodurch es ihm möglich wird, auf die Erde, seinen Grund, umgestaltend rückzuwirken.

771. Der in die Thiere durch die Pflanzennahrung gelangte Kohlenstoff kommt in die Atmosphäre durch das Ausathmen als Kohlensäure, welche die Pflanzen im Lichte zersetzen, die Kohle für sich behalten, den Sauerstoff in die Luft aushauchen. Oder die ausgeathmete Kohlensäure zersetzt Silicate und wird so ein Bestandtheil des Mineralreiches. Bei der Verwesung der Pflanzen gehen die unorganischen Substanzen, welche sie aus dem Mineralreiche aufgenommen haben, wieder in dieses über. Was das Thier von Nahrung nicht assimilirt, kehrt auf einem Umwege wieder zum Pflanzenreiche zurück. Aus sedimentären gemengten Massen entwickeln sich Krystallindividuen einer bestimmten Mineralart, die nach längerem oder kürzerem Bestehen wieder zerfällt werden.

772. Durch das Aufeinanderliegen zahlreicher heterogener, von Metallgängen und gesäuertem Wasser durchzogener Gesteinsschichten muß die Erdrinde zu einem mächtigen Volta'schen Apparat, und zugleich muß an unzähligen Puncten Reibungselektricität erregt werden.

773. Die Erde ist ferner ein magnetischer Körper, an welchem Halley zwei Nord- und zwei Südpole der größten magnetischen Energie angenommen hat, während man jetzt nur einen Nordpol und einen Südpol kennt, wo die Nadel senkrecht

steht, während sie unter dem magnetischen Aequator vollkommen horizontal bleibt. Ersterer befindet sich nach Gauß

im Norden Amerikas $78^{\circ} 35'$ nördl. Br.

$264^{\circ} 21'$ östl. L.

der Südpol im Süden

von Vanbiemensland $72^{\circ} 35'$ südl. Br.

$152^{\circ} 30'$ östl. L.

} von Greenwich
liegend.

774. Es ist der metallische magnetische Kern der Erde, welcher die Nadeln anzieht, ihre Richtung und Bewegungsintensität bedingt. Der magnetische Kern hat seinen Südpol in der nördlichen Halbkugel; die Störungsbezirke sind die, wo die Kraft größer ist, weil unter ihnen der Erdkern Erhöhungen hat, die der Oberfläche näher sind. Der Erdkern ist compact und besitzt jetzt in Folge der Ausgleichung eine ziemlich gleichmäßige hohe Temperatur.

775. Die Erhöhungen des Erdkernes bewirken auch Temperaturerhöhungen und fördern die Vegetation. Die thermischen und magnetischen Curven sind einander ähnlich. Die Revolutionen, welche den gegenwärtigen Zustand der Erde herbeiführten, waren zum Theil durch Form und Beschaffenheit des Erdkernes bedingt. Weil der Sitz des Erdmagnetismus im Kern ist, so äußert sich die magnetische Kraft auf den höchsten wie in den tiefsten Puncten der Erdrinde ziemlich in gleicher Weise.

776. Die Polarkraft, welche sich im Erdmagnetismus ausspricht, hat, wie die Gravitation, ihren Centralsitz in der Sonne; die Erde verhält sich etwa wie eine inductionsfähige Eisenkugel. Aus der Beziehung zur Sonne erklären sich die täglichen Schwankungen des Erdmagnetismus. Außer den täglichen Variationen finden seculäre statt, von welchen jene der Declination näher bekannt ist. Sie war für Paris 1580 $11^{\circ} 30'$ östlich, 1630 war sie 0, nahm dann zu im westlichen Sinn, bis sie 1814 ihr Maximum von $22^{\circ} 34'$ erreichte, und nimmt seitdem wieder ab, bis sie 0 sein wird, um dann wieder östlich zu werden.

777. Die magnetische Bewegung hängt zugleich mit den atmosphärischen Perioden zusammen; die Wendepuncte der Declination fallen mit denen der Temperatur und jene der Inclination

und Intensität mit den Wendepuncten des Luftdruckes ziemlich zusammen. Aber auch der Mond wirkt sowohl auf den Erdmagnetismus als auf den Luftdruck. (Reil.) Die Inclination hängt sowohl bei der täglichen Bewegung als bei den Störungen eng mit der magnetischen Kraft zusammen; die Aenderungen der Declination und der Kraft haben hingegen keinen Zusammenhang.

778. Nach Lamont ist im Allgemeinen der Verlauf der magnetischen Curven sehr regelmäßig, und nur hie und da tritt eine Ausbeugung der Curven ein. Solche Gegenden nennt Lamont Störungsbezirke, die alle einen gemeinsamen Mittelpunkt (das Erdinnere) haben, so daß in allen die Störungen von derselben Kraft hervorgerufen werden. In jedem der europäischen Störungsbezirke ist ein Ueberschuß von südlicher magnetischer Kraft vorhanden.

779. Die magnetische Kraft nimmt nicht gleichmäßig zu oder ab, sondern in Wellen oder Stößen, so daß, wie bei Ebbe und Fluth, ein kleines Zurückweichen stattfindet und dann die folgende Welle etwas weiter kommt. Die magnetischen Wellen sind, wahrscheinlich nach der geographischen Position, etwas verschieden; bei uns dauert eine 3—15 Secunden.

780. Lamont weist nach, daß ein beständiger elektrischer Erdstrom vorhanden ist, und daß dieser mit den Variationen des Erdmagnetismus zusammenhängt. Der Erdstrom ist eine gewisse Menge Electricität, welche sich in parallelen Linien und ohne Rücksicht auf das Terrain an der Erdoberfläche fortpflanzt. Zieht man die Linie des magnetischen Meridians, dann eine zweite senkrechte und vergleicht die momentane Bewegung der Galvanometer mit den magnetischen Nadeln, so zeigt sich, daß die Declination mit ersterer, die Horizontalintensität mit der zweiten Linie correspondirt und eine Zunahme der Declination einem Erdstrom von Nord nach Süd, eine Zunahme der Intensität einem Erdstrom von Ost nach West entspricht; der Erdstrom in der Drahtleitung erzeugt zugleich die momentanen magnetischen Variationen, welche eben die Wellen des Erdstromes sind, und dessen plötzliche Impulse in den Galvanometern zum Theil auch die magnetischen Instrumente bewegen.

781. Der Erdstrom ist kein galvanischer Strom, auch keine Vereinigung elektrischer Ströme, sondern die ganze Erde ist als eine im Weltraum isolirt schwebende negativ-electrische Kugel zu denken, auf welcher die Vertheilung nach Tageszeiten und Witterungsverhältnissen verschieden ist. Lamont hat für die Stärke der magnetischen Bewegungen auf der Erde eine Periodicität nachgewiesen, welche mit der von Anderen behaupteten elfjährigen Periode der Sonnenflecken zusammen zu fallen scheint. — Locale Verhältnisse bewirken Abweichungen von der normalen Bewegung der Nadel; z. B. mächtige Lager unterirdischer fester Gesteine afficiren sie viel stärker als Diluvial- und Alluvialgebilde.

782. Ohne Zweifel sind auch die übrigen Weltkörper, besonders die selbstleuchtenden, permanent elektrisch; darum stößt die Sonne die Kometenschweifmaterie ab, und zwischen Sonnen und Planeten bildet sich eine elektrische Fluth und Ebbe, deren Bewegungen auf der Erde regelmäßig und mit beharrlicher Richtung senkrecht auf den astronomischen Meridian vor sich gehen. Blitze erregen nicht nur in den Galvanometern, sondern auch in den magnetischen Instrumenten öfters Bewegung, und auch bei Erdbeben sollen manchmal elektrische Ströme erzeugt werden. Sollte endlich der Erdstrom auch den Erdkern magnetisiren, so würde er indirect und direct die sämmtlichen magnetischen Variationen verursachen. (Schon Ampère ließ allen Magnetismus, also auch den der Erde, durch elektrische Ströme hervorgebracht werden.)

783. Ein Zusammenhang des Erdmagnetismus mit den Polarlichtern in Kraft und Richtungswinkel ist noch nicht hinreichend erwiesen. Nach Frits wäre auch die Häufigkeit wenigstens der Nordlichter, deren Periode 11 Jahre betragen soll, in eine größere Periode von etwa 56 Jahren eingeschlossen. Die Maxima und Minima fallen „so ziemlich“ mit denen der Sonnenflecken zusammen. Man hat das prächtige Leuchten der Dämpfe und Gase in den Geißler'schen Röhren, wenn man einen elektrischen Strom durch sie leitet, mit dem Nordlicht verglichen, das auch der Corona der Sonne ähnlich ist, welche bei totalen Sonnenfinsternissen die dunkle Mondscheibe umgibt. Nach Plücker beginnt das elektrische Licht im luftverdünnten Raum etwa bei einem Drucke von $0,3$ Mm. zu verschwinden und ist bei $0,1$ Mm.

ganz verschwunden. Hienach würde die obere Grenze des Nordlichtes schon in etwa 9 Meilen sein. Nach Waltenhofen's Versuchen mit der Quecksilber-Luftpumpe strömen aber die Electricitäten auch bei 20000maliger Verbünnung noch leuchtend über, wonach die Höhe der Atmosphäre also viel bedeutender wäre als 10 Meilen, wie man gewöhnlich annimmt.*)

*) Sitzungsber. der Wiener Akademie, Bb. 51. Poggend. Annal. 1865.

784. Von den gewaltigen chemischen und mechanischen Vorgängen, welche auch jetzt noch in der Erdrinde stattfinden, geben die vulcanischen Ausbrüche und Erdbeben Kunde. Man hat unter dem Begriff „vulcanische Erscheinungen“ Verschiedenes zusammengefaßt, was nicht immer auf Vulcanismus beruht. Nicht alle Erdbeben entstehen durch denselben, nicht alle heißen Quellen verdanken ihm ihren Ursprung, sondern eine gute Anzahl letzterer entsteht durch locale chemische Proceße in der Erdrinde. Ein Vulcan ist ein Schlot, der eine Verbindung zwischen dem heißen Erdbinnern zunächst unter der Erdrinde und dem Luftkreis vermittelt oder vermittelt hat; seine obere Oeffnung, der Prater, braucht nicht nothwendig hoch über dem umgebenden Niveau zu liegen, ein Vulcan muß nicht zugleich ein Berg sein. (Fuchs.)

785. Die meisten Vulcane liegen in der Nähe der Meere; der stille Ocean ist von allen Seiten, die Südseite ausgenommen, wo er die größte Tiefe hat, von Vulcanen umgeben, dem mächtigsten Gürtel der Feuerberge, welchen die Erde hat. Dana mag wohl Recht haben, daß bei den Senkungen der Erdrinde, welche die Meere nun ausfüllen, an den Senkungsrändern Spalten entstanden; hier war nun auch Gelegenheit zur Bildung von Vulcanen gegeben, deren Thätigkeit durch die Nähe des Meeres fortwährend erregt werden kann. Sie werden intermittiren, wenn der Schlot abwechselnd sich verstopft oder öffnet, und erlöschen, wenn in Folge von Senkungen des Meeresbodens das Meer zurücktritt, oder wenn das Land sich erhebt. Es scheint, daß der Vulcanismus erst gegen das Ende der Tertiärzeit eingetreten ist, als in Folge der fortwährenden Erkaltung jene Spalten entstanden

waren. Selten steigen Vulcane aus großen Flachländern empor oder auf höchsten Gebirgsrücken, sondern lieber an den Küsten und am Fuß von Gebirgen. Besonders häufig sind sie auf den Spitzen, welche Inseln oder Continente gegeneinander strecken, wie Südostasien und Australien, die sich in nicht ferner Zeit vereinigen werden, die Kurilen, Aleuten und Kamtschatka, oder wo Continente durch fortgehende Erhebung sich bereits vereinigt haben, wie die beiden sonst durch eine Meerenge getrennten Amerikas bei Panama.

786. v. Buch's Theorie der Erhebungsstrater wurde namentlich durch Chell bekämpft, welcher gewaltfame Wirkungen, blasenförmige Emporhebungen und plötzliche Erhebung großer Gebirgsmassen und periodische Erdbrevolutionen sicher zu unbedingt leugnet, auch Jungbuhn's Arbeiten über die Vulcane Javas erschütterten sie. Java besteht im Ganzen aus einer Längsmasse trachytischer Eruptivgesteine mit gehobenen oder angelagerten Tertiärbildungen, aber die gestreckte Form dieser Masse ist nicht etwa durch die Anordnung seiner Vulcane entstanden, für welche die Nähe des Meeres und die Form des Küstenlandes wichtige Momente sind, sondern ist Folge einer secularen Hebung, wodurch eine mächtige Spalte ausgefüllt wurde.

787. Die wahren Ursachen des vulcanischen Processes sind noch nicht genügend bekannt; in vielen Fällen scheint doch Einbringen von Wasser, namentlich Meerwasser zu den heißen Massen, welches enorme Gasentwicklung verursachen muß, die Veranlassung der gewaltigen Erscheinung zu sein.

788. Der Vulcanismus nimmt seinen Ursprung in der Erdrinde und scheint keinen Zusammenhang mit einem vermutheten feuerflüssigen Erdbinnern zu haben. Darum ist auch die Thätigkeit der Vulcane meist local und tritt bei sehr weit voneinander entfernten Vulcanen wohl nur aus Zufall gleichzeitig ein, wie z. B. beim Asama-hama in Nipon und Scaptar Tokull in Island im August 1783, und vielleicht sogar beim Cosiguina in Mittelamerika und Vulcanen in Chile am 20. Jan. 1835. Es konnte in solchen Fällen auf die unterirdischen Lavaseen dieser weit voneinander entfernten Gebiete eine gemeinschaftliche kosmische Ursache wirken, ohne daß sie in Zusammenhang stehen müßten.

Aber Vulcane desselben Gebietes und antagonistisch einander ablösende Vulcane, wie z. B. die der Aleuten und Kamtschatka, stehen sicher in Zusammenhang.

789. Die vulcanischen Herde liegen vielleicht kaum tiefer als eine Meile, wo eine Anzahl von Gesteinsschichten durch heißes gesäuertes Wasser zu einem heißen Brei erweicht ist, der, durch den Druck der über ihm liegenden Schichten zusammengepreßt, an einer Stelle nach oben durchbricht und je nach der Tiefe und sonstigen Umständen als Lavaström oder Brei oder kalter Schlammstrom an die Oberfläche tritt. (Auch Schlammvulcane können furchtbare Erscheinungen zeigen.) Nach Cotta soll man nicht sagen, die Laven seien geschmolzen, sie waren vielmehr, seit sie existiren, immer flüssig.

790. Manchmal finden gleichzeitige Ausbrüche von Vulkanen statt, selbst solchen, die verschiedenen Vulcangebieten angehören; auch wechseln nachbarliche Vulcane oder Vulcangebiete in ihrer Thätigkeit miteinander ab, ohne daß jedoch ein Gegensatz hiebei zwischen den Vulkanen der Nord- und Süd- oder Ost- und Westhemisphäre oder den Vulcangürteln um den atlantischen, großen und indischen Ocean wahrzunehmen wäre. Die Witterung ist nicht ganz ohne Einfluß auf Vulcane und Erdbeben. Beide verändern ihren Schauplatz in der Zeit; wo jetzt thätige Vulcane und häufige Erdbeben, da früher Ruhe und umgekehrt. Regengüsse, Gletscherwasser, Veränderungen des Luftdruckes können Eruptionen veranlassen.

791. Man will auch bei den vulcanischen Ausbrüchen wie bei den Sonnenflecken und dem Erdmagnetismus eine 11 $\frac{1}{2}$ jährige Periode wahrnehmen: in dem Sinne, daß die Jahre, welche am reichsten an Sonnenflecken sind, und in denen die Größe der erdmagnetischen Variationen ihr Maximum erreicht, arm an Vulcanausbrüchen und Erdbeben sind und umgekehrt (Kluge) — eine Annahme, von welcher eher das Gegentheil einen Sinn hätte, die jedoch, abgesehen hievon, noch weit von ihrer Begründung entfernt scheint.

792. Mit den Ausbrüchen der Vulcane, welche mehr oder minder gewaltfam mit Donnern, Rauchwolken, Feuererscheinungen oder ohne diese geschehen, wobei die Gesteinsmassen in Form von

Lavaströmen, falls Schmelzung stattgefunden hat, oder von Schlammströmen im Fall wässriger Erweichung ergossen, auch Asche und Kapilli ausgeworfen werden, sind gewöhnlich Erdererschütterungen verbunden, deren Schwingungen sich oft in weitem Umkreise mit furchtbar zerstörender Wirkung fortpflanzen.

793. Die Eruption des Cosiguina vom 20. Jan. 1835 erschreckte durch ihr Getöse die Bewohner von Guatemala, 400 engl. Meilen davon, und wurde selbst in dem 800 engl. Meilen entfernten Jamaica wie ferner Kanonen Donner gehört, bei San Miguel, in 120 engl. Meilen Entfernung, wie der Donner aus vielen tausend Kanonen. Hierbei verschwand der Regel des Vulcans, ein Berg und ein Lavafeld stürzten zum Meere hinab, in dem sich zwei neue Inseln gebildet hatten, ein uralter Wald und ein Fluß verschwanden völlig, und es bildete sich ein anderer Fluß, in entgegengesetzter Richtung laufend. Wilde Thiere verließen ihre Schlupfwinkel und flohen heulend den Wohnungen der Menschen zu. Bei San Miguel sah man eine dichte Wolke und hörte eine Zeit lang ein Brausen wie das des Meeres; bald wurde die Wolke von rosenrothen, gezackten Flammen erhellt. In dieser bedeutenden Entfernung vom Vulcan trat dichte Finsterniß, Staub und heftige Erschütterung des Bodens ein.

794. Bei der Eruption des Vulcans Tamboro auf der Sundainsel Sumbawa, April 1815, wurde die Erschütterung im ganzen Umkreise der Molukken, auf Java, Sumatra, Celebes, Borneo fühlbar, wo überall auch das entsetzliche unterirdische Krachen und Donnern gehört wurde. Durch den Aschenregen, der 300 geogr. Meilen weit flog und eine Finsterniß, tiefer als die schwärzeste Nacht, bewirkte, durch Flammen, Lavaströme, Steinregen, die Fluthen des aufschäumenden Meeres wurden weite Gegenden zerstört. Der Menschenverlust auf Sumbawa durch die Eruption, Hunger, Krankheiten, Auswanderung betrug über 84,000 Köpfe, in Lombok 10,000. Die Auswürfe bedeckten 200 Quadratgrade, mehr als ein Viertel der Oberfläche Europas, die ausgeworfene Masse schätzte man auf wenigstens $2\frac{1}{2}$ Kubikmeilen, fast 38 Billionen Kubikfuß. Durch Einsturz des Gipfels wurde der Vulcan von 14,000' auf 8780' erniedrigt, und dabei führte ein heftiger Wirbelsturm die Dörfer um Sangar mit

Menschen, Vieh und den größten Bäumen durch die Luft fort. Meilenweite Meeresstreden waren mit Bimsstein und Asche bedeckt, mit verbrannten Baumstämmen und Häusertrümmern dazwischen. *)

*) Zollinger, Besteigung des Vulcans Tamboro, Winter: h. 1855.

795. Im Februar 1866 begann bei Santorin, der classischen Vulcaninsel, eine Eruption aus dem Meere, unter Donnern und Brüllen im Schooße des Meeres wurden ungeheure Massen glühender und kalter Steine nebst Asche emporgeschleudert, heiße Dämpfe und hohe Flammen stiegen auf, wasserhosenähnliche Erscheinungen kamen vor, doch keine geschmolzene fließende Lava. Es bildete sich im Februar und März eine neue Insel, Aphroessa, an welcher das Meer 44° R. und mehr erhöht war; die Insel Neakämeni erlitt eine Senkung. Die neue Insel vergrößerte sich so, daß aus der kochenden See schwarze mächtige Steine hervor kamen, die sich um den Kern der Insel anlegten und denen immer neue folgten; die Oberfläche der Insel war mit kleinen rothen Flammen bedeckt, und allmählig gestaltete sie sich zu einem Vorgebirge von Neakämeni. Es stiegen bei dieser Eruption — was bis in die neueste Zeit geleugnet wurde, wo man immer den Widerschein der glühenden Lava zu sehen behauptete, — wahre große gelbgrüne Flammen am Rande der Insel Aphroessa unmittelbar aus dem Meere auf: wohl brennendes Kohlenwasserstoffgas. — Nach Scrope und Hartung sind die Trachyte und Phonolithe wahrhafte Laven, Producte vulcanischer Ausbrüche, was Neuf und Stübel auch bei Santorin 1866 bestätigen konnten. *)

*) Geschichte und Beschreibung der vulcanischen Ausbrüche bei Santorin, Heidelberg 1868.

796. Erdbeben können durch Dampfentwicklung herbeigeführt werden in Folge des Zutritts von Wasser zu glühenden Massen und auch durch mechanische Wirkung des Wassers, wenn es hier, in die Gesteine aufgenommen, Ausdehnung derselben und vermehrten Druck veranlaßt, dort Gesteinsmassen (in Wallis z. B. Gyps-schichten) auswäscht und dadurch Senkung und Herabsturz oben liegender Schichten bewirkt, was von Beben im weitem Umkreis begleitet sein kann. — Aber damit sind nicht

die wechselnden Senkungen und Hebungen des Bodens erklärt, welche auch das Zurückweichen und Wiederanstürmen des Meeres bei vielen Erdbeben veranlassen.

797. Nach Berrey's Zusammenstellungen von 5388 Erdbebentagen in den Jahren 1801—50 sollen Erdbeben häufiger und heftiger in den Syzygien (bei Voll- und Neumond) als in den Quadraturen sein, etwas häufiger in der Mondnähe als Mondferne, häufiger, wenn eben der Mond den obern und untern Meridian eines Ortes passirte. In der Flüssigkeitsperiode der Erde mußten die Schwankungen, welche die Anziehung des Mondes hervorrief, ganz außerordentlich gewesen sein.

798. Manche Erdbeben haben eine ungeheure Ausdehnung. Bei dem am 1. Nov. 1755 kamen in wenig Secunden 30,000 Menschen um. Dann folgten binnen 5 Minuten noch zwei Stöße, und eine Stunde später kam das Meer mit einer 40 Fuß hohen Fluthwelle den Lajo herauf und ertränkte einige tausend Menschen. Der Erschütterungskreis reichte über einen großen Theil Europas und über den atlantischen Ocean bis zu den Antillen, hatte einen Radius von 900 geogr. Meilen und nahm fast ein Zwölftel der Erdoberfläche ein. Ein Greis erzählte mir, damals einem achtjährigen Knaben, 57 Jahre später in Oberbayern, daß an jenem Tage bei ruhiger Luft der Walchensee in stürmische Bewegung gerathen sei.

799. Beim Erdbeben vom 5. Febr. 1783 wurden in einem Radius von 8 Stunden, etwa auf 20 Quadratmeilen, um Oppido in Calabrien Berge, Städte und Dörfer so durcheinander geworfen, daß vom früheren Zustande kaum die Erinnerung blieb, und zwar geschah die Hauptsache binnen zwei Minuten. Von Messina und Reggio blieb nach Dolomieu's Ausdruck wenigstens noch das Skelet stehen, während Polistona und andere Orte nur noch gestaltlose Steinhäufen darstellten. Bei der fürchterlichen Erschütterung, welche am 20. März 1861 Mendoza zerstörte, wurde die Stadt binnen 2 Secunden durch einen einzigen Stoß, dem heftiger Donner vorherging, in einen Schutthaufen verwandelt, von den 10,000 Einwohnern zwei Drittel erschlagen. Dann kam zum Feuer, dem Gestank der Leichen, zum Hunger noch die Nichtswürdigkeit der Menschen, um das grauenvolle Elend

zu vermehren. Auch rings um die Stadt, 5 Leguas nach allen Richtungen hinaus, wurde Alles zerstört. An vielen Stellen entstanden plötzlich wie durch elektrische Schläge tiefe Abgründe, an anderen sprudelte Wasser empor. Zahlreiche kleinere Erschütterungen fanden bis zum 30. März statt; schwächere wurden bis Buenos Ayres wahrgenommen. In den benachbarten Cordilleren spalteten sich die Felsen, und es stürzten mächtige Blöcke herunter.

800. Das Erdbeben vom 13. bis 16. Aug. 1868 zerstörte in wiederholten Stößen eine Anzahl Städte und Dörfer in Peru und Ecuador, so im Innern Arequipa mit 40,000 Einwohnern gänzlich, während das Meer die Küsten verwüstete. Ganze Ortschaften wurden von der sich an vielen Orten spaltenden Erde verschlungen. Diese Katastrophe brachte überhaupt entsetzliches Unheil und kostete wenigstens 60,000 Menschen das Leben. Ungeheure Fluthwellen des zuerst zurücktretenden, dann als hohe Wasserwand wieder anstürmenden Meeres zertrümmerten viele Schiffe und warfen große Dampfer eine Viertelstunde weit in das Land hinein. Bei der Rückkehr zum gewöhnlichen Niveau waren ganze Ortschaften spurlos weggeschwemmt. Am 15. Aug. übergoss eine Reihe von Fluthwellen die südcalifornische Küste 63 Fuß über den gewöhnlichen Wasserstand, trat dann eben so weit zurück, und so wechselte mehrere Stunden hindurch Steigen und Fallen. Aber selbst über den ganzen großen Ocean pflanzten sich die Schwingungen des Meeres fort mit einer Geschwindigkeit von 200—300 Seemeilen in der Stunde, fast der durch den Mond erregten Fluth gleich, überschwemmten viele niederen Inseln, die Ostküste Neuzeelands, und die erregten Wogen schlugen noch auf die Ostküste Australiens. Die Tiefe des Meeres nahm an der peruanischen Küste von 30—40 Faden bis 6—7 Faden ab. Vom Vulcan Cotacachi kamen furchtbare Massen von Felsen und Geröll herunter, auch ergossen sich aus seiner geborstenen Seite ungeheure Mengen von Erde, Schlamm und Erdspeck; aus dem Imbabura brach ein Schlammstrom hervor, der alle Felser überschwemmte und fast alles Vieh tödtete. Auch in Californien fanden Erderschütterungen statt. — Manche wollten das Erdbeben vom 30. October in England, welches bis dahin einen Freibrief gegen solche Erscheinungen zu besitzen glaubte, als eine secundäre

Nachwirkung des südamerikanischen ansehen; die Times hingegen vermuthet, daß die vielen Millionen Tonnen Steinkohlen, welche fortwährend aus der Erde gezogen werden, die unterirdischen Kräfte entseffeln, indem sie den Druck vermindern.

801. Die abwechselnden secularen Hebungen und Senkungen der einzelnen Theile der Erbfeste machten es möglich, daß auf die Meeresorganisation eine des Landes und auf diese wieder eine des Meeres folgen konnte. Solche fanden auf der Erde seit unabsehbarer Zeit statt, gehen aber im gegenwärtigen Erdalter nur sehr langsam vor sich, so daß sie nur wenige Fuß in einem Jahrhundert betragen. Sie erfolgen durch chemische Prozesse in den gehobenen Massen oder ihrer Unterlage. Scandinavien, die indischen Inseln, manche Theile Amerikas sind in Erhebung begriffen, die Ostküste Grönlands sinkt. Darwin meint, die großen Weltmeere seien noch jetzt hauptsächlich Senkungsfelder, die Continente in Erhebung begriffen.

802. Nach la Marmora hat sich an der Südküste von Sardinien bei Cagliari ein alter Meeresboden mit Seemuscheln von lebenden Arten und zahlreichen Resten alter Thierarbeit 230—324 Fuß über das Mittelmeer erhoben. Wahrscheinlich gehört dieses alte Meeresbett in die nachplioäne Zeit. Die Insel Candia hat sich an ihrem Westende um etwa 25 Fuß gehoben, am Ostende gesenkt, so daß Ruinen alter Städte unter dem Wasser zu sehen sind. Schottland ist während der Zeit des Menschen im Aufsteigen begriffen. Der Küstenstrich am mexicanischen Busen von Floriba, Alabama, Mississippi, Luisiana und Texas befindet sich in fortwährender Erhebung; noch in den vierziger Jahren brauchbare Häfen sind jetzt zu seicht für die Schiffe geworden. Daraus hauptsächlich erklärt sich auch, daß sich die Mündung des Mississippi immer weiter vom Lande entfernt.

803. Durch Wasseraufnahme wird der Anhydrit (wasserfreier schwefelsaurer Kalk) zu Gyps, in der früher amorphen Masse entstehen unzählige Krystalle, welche das Gebirge keilförmig auseinander treiben, Aufrichtung früher horizontaler Schichten herbeiführen, etwa vorhandene Tunnel ausfüllen und deren Gewölbe einbrücken.

(Eine Glasröhre, welche Daubrée aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand übergehen ließ, war um ein Sechstheil dicker geworden.)

804. Treten neue Senkungen in Folge der Abkühlung des Erdbinnern ein, so können bei besonders starken Katastrophen auch ferner von der Küste Gebirge entstehen, so im tertiären Zeitalter Felsengebirge, Anden, Pyrenäen und Alpen. „Räthselhaft ist, wie die Hebungen und Senkungen oft auf den sämtlichen Continenten so gleichzeitig eintreten konnten; so mußten zur Kohlenzeit alle zugleich so weit sinken, daß das Kohlenalkmeer sie bedeckte; nach Ablagerung des Kohlenalks mußten sich alle so weit heben, daß an den Küsten die mächtigen Sandmassen, welche den Ruhm- und Kohlen sandstein gebildet, zusammengespült werden konnten; dann überall noch eine geringe Hebung, um das für die Entstehung der Kohlen selbst erforderliche Sumpfland zu bilden.“ (Römer.)

805. Manche, namentlich ältere Gebirge haben wiederholte Hebungen und Senkungen erfahren, wie denn Römer für den Harz sechs verschiedene Niveauänderungen nachweist: von der silurischen und devonischen bis zur Eiszeit, ohne daß man sie füglich vom Entstehen oder Hervorbrechen der plutonischen Massen ableiten dürfte. *)

*) Römer, die neuesten Fortschritte der Mineralogie und Geognosie, Hannover 1865.

806. Nicht bloß Anschwellung und Volumvergrößerung, daher Steigen, sondern auch Schwindung, Volumverminderung und Sinken der Schichten findet statt. Sinken bedeutende Strecken zwischen anderen, so werden sie dem heißen Innern genähert, und es beginnen in ihnen neue Prozesse, die wieder ein Steigen zur Folge haben können. Namentlich in der Steinkohlenzeit fand solch abwechselndes Steigen und Sinken statt, weshalb Süß- und Meerwasserschichten und Organismen wiederholt aufeinander folgen. Wohl die meisten Gebirge der Erde mögen in sehr langen Zeiten steigen und sinken. Erhebungen und Senkungen wirken auf das Klima selbst ferner Länder ein.

807. v. Marenzi (Zwölf Fragmente über Geologie etc., Triest 1868) sucht zu erweisen, daß alle Gebirge und Hochländer der

Erde, die Sandwüsten Asiens und Afrikas und überhaupt alle Festbildungen, an welchen die Spuren einstiger Meeresüberspülung sichtbar sind, im Allgemeinen nicht durch Hebung, sondern durch Einsturz der anliegenden Festbildungen entstanden sind. Ja selbst die thätigen Vulcane, sie mögen nur einzelne hohe Berge oder lange Linien oceanischer Inseln bilden, seien nicht durch besondere Bildungsprocesse, sondern durch Einsturzbewegungen entstanden. Diese wurden möglich durch die zahlreichen Hohlräume, welche bei Erstaltung der Erde in den nicht gleichmäßig erhärteten Schichten entstanden sind. — Es wird übrigens so wenig thöulich sein, aus der Einsturzhypothese allein alle Niveauverschiedenheiten der Erde zu erklären, als aus der Erhebungs- oder irgend einer andern Hypothese.

808. Die Verschiebungen und Senkungen des Bodens dauern unaufhörlich fort und wirken zerstörend auf Felsen und Gebäude. Die Tempel und Schlösser werden durch sie häufiger zerstört als durch die Hand des Feindes; der Zahn der Zeit nagt auch von unten auf.

Die Entwicklung der Erde.

809. Moderne Vorstellungen suchen die ältere Anschauung von einem Entwicklungsproceß der Erde unter Krisen und Katastrophen und jene von einem Fortschreiten von unvollkommenen zu vollkommenen Zuständen als unbegründet zu erweisen. Die ersteren, von Hpell vertreten, lassen die Dinge zu allen Zeiten in der Art und Weise der Gegenwart verlaufen; alle geologischen Perioden gehen unmerklich ineinander über ohne kritische Wendepuncte, und es bedurfte nur einer unermeßlich langen Zeit, um mit den gegenwärtig bestehenden Kräften und Vorgängen auch die mächtigsten Veränderungen hervorzubringen. — Hpell's petrographische und chemische Kenntnisse reichen jedoch nur hin für die Erklärung der neptunischen und vulcanischen Productionen, nicht aber der krystallinischen Silicatgesteine.

810. Schon der Anblick der Erde in ihrem gegenwärtigen Zustande, mit ihren zerrissenen Continenten und Inseln, ihren übereinander gestürzten Schichtgebilden, dem Felsenchaos in manchen Gebirgen, den erraticen Blöcken, muß auf den Gedanken

des Gegentheils führen. Die Menschengeschichte ist die Fortsetzung der Erdgeschichte, in beiden haben Krisen und Katastrophen statt; so z. B. in gewaltiger Art beim Uebergang der paläozoischen in die mesozoische Zeit mit ihrer ganz andern Organisation. Man kann ja kaum die Eiszeit aus den gegenwärtig wal tenden Kräften erklären. Aber selbst bei diesen sind schon die aller verschiedensten Dinge möglich, auf- und absteigende Entwicklung so gut wie ein ewiger Kreislauf. Daß ein solcher im Thier- und Pflanzenreiche bestche, so daß unter den gleichen Bedingungen immer die gleichen Formen wiederkehrten, ist nicht wahrzunehmen; wenn Orthoceratiten des Uebergangsgebirges sich wieder im unteren Jura finden, so kann man dieses nicht eine Wiederkehr nennen.

811. So gut die jetzigen Thiere und Pflanzen eine Entwicklung durchlaufen, nicht gleich fertig erzeugt werden, so gut durchliefen auch die ganzen Reiche eine Entwicklung. Daß in der Kreide schon alle Saurierformen vertreten waren, beweist nichts für das ganze Thierreich. Nesters jedoch sind neben höheren auch wieder niedrigere Formen entstanden. Die Classe der Säugethiere bis hinauf zum Menschen als Schlußpunct zeigt auf das evidenteste, daß eine stufenweise Vervollkommenung stattgefunden hat.

812. Die von Volger wieder vertheidigte Ansicht, daß keine Bildung stationär sei, daß das Primitivste wieder zum Neuen, das Neue wieder zum Alten werden könne, daß die Organisation zum Anfang der Erdrindenbildung hinauf reiche, daß manche Lager, die wir für primitiv halten, Petrefacte enthielten, die nun zerstört sind, hat übrigens bereits Weiß ausgesprochen.

813. Dürfen wir das, was bei der Entwicklung der Organismen geschieht, auf die Bildung der Erde anwenden, so liegt der Schluß nahe, daß die früheren Erdperioden vielleicht nicht so lange währten, wie man gewöhnlich glaubt, sondern viel rascher verlaufen sind. Beim Organismus geschieht dieses in auffallender Weise; ist die Ausbildung erreicht, so wird die Bewegung sehr langsam, und die Veränderungen erfolgen unmerklich. Bei der Erde mußte schon die immer mehr abnehmende Wärme mit Nothwendigkeit die Entwicklung verlangsamen und die Peripetiven abschwächen.

814. Das ursprüngliche Material, aus dem die Erde sich gebildet hat, ließ höchst wahrscheinlich keine so große Verschiedenheit erkennen, welche vielmehr erst nach und nach mit den jetzigen Mineralbildungen entstanden ist. Eine Anzahl der wesentlichsten Elemente und Verbindungen mag jedoch schon früh vorhanden gewesen sein.

815. Bei der Verdichtung wurden jene Substanzen, welche fest werden konnten, von den gasigen, namentlich dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, durchdrungen und durch ersteren oxydirt, am leichtesten das Kalium, Natrium, Calcium, schwerer die anderen, womit eine enorme Entwicklung von Hitze gegeben war, welche die Schmelzung des Kupfers, Eisens, des Silbers, Goldes, der Platina zu regulinischen Klumpen veranlaßte. Bei dieser Gluth vereinigte sich das Chlor mit dem Natrium und anderen Metallen; der mit Sauerstoff verbundene Phosphor entwickelte Phosphorsäure, die sich hauptsächlich mit Kalk verband; der Schwefel einte sich mit Eisen, Blei, Kupfer u. Der Kohlenstoff verband sich mit dem Sauerstoff zu kohlensaurem Gas, das mit dem Stickstoff die Atmosphäre bildete.

816. Es verbanden sich vorzugsweise Stoffe, welche die schwerlöslichsten Verbindungen geben und zugleich die am schwersten zu zersetzenden, wie z. B. Schwefel- und Kohlensäure mit den alkalischen Erden, der Schwefel mit schweren Metallen; darum ist auch kohlensaurer Kalk so häufig, weil er zu den schwerlöslichsten Verbindungen gehört und so schwer zersetzbar ist; eben so die Silber- und Mercur-Chlorverbindungen. Leicht lösliche und leicht zersetzbare Verbindungen kommen deshalb nur in geringer Menge vor, so z. B. schwefelsaure Magnesia, kohlensaurer Baryt, Chlorblei.

817. Als die Feuerwirkungen stattfanden und die Erde in Dunst gehüllt unter Blitz und Donner ihre Bahn zog, vereinigte sich unter fortwährenden Explosionen der Wasserstoff mit einem Theile des Sauerstoffs zu Wasser, das sogleich eine Menge vor ihm gebildeter Körper angriff und aufzulösen strebte, zum Theil aber in Dampf verwandelt wurde und mit der Atmosphäre eine dichte Dunstfille um die Erde bildete. Weil deren Druck mehrere hundertmal größer war als der der jetzigen Atmosphäre,

so konnte flüssiges Wasser schon weit über der Siedhitze entstehen. In der Dampfhülle schwebten mancherlei Stoffe, auch Chloreisen.

818. Die Bildung einer festen Rinde begann mit einzelnen Schlacken auf dem feurig wässerigen Brei, die sich immer vermehrten und aneinander schlossen. Sie wurde öfters wieder hie und da durchbrochen, und ihr Zustandekommen wurde auch durch die Anziehung des Mondes verzögert. Die neptunischen Proceßte steigerten sich, wenn ein Theil des Wassers in der Dunsthülle in heißen Regengüssen zur Erde niederstürzte. Die löslichen Salze wurden aus der Rinde ausgewaschen, eben so der Gyps, wodurch gebiegener Schwefel frei wurde; es gelangte in das sich bildende Meer schwefelsaurer Kalk und Chlornatrium in großer Menge. Durch Verdunstung in geschlossenen Buchten, nachdem einmal Land vorhanden war, entstanden Gyps- und Steinsalzlager und kamen durch Erhebung in höhere Niveaus. Die mit den heißen Regen auf die Erde gekommene Kohlensäure veranlaßte die Bildung von Carbonaten und die Ausscheidung von Quarz, auch die Reduction der schwefelsauren Salze. Die jetzigen Bildungen und Auflösungen sind nur ein schwacher Nachhall derjenigen, welche in der wärmeren Urzeit der Erde stattgefunden haben.

819. Das Meer wurde mächtiger als es in der Gegenwart ist, wo es kaum $\frac{1}{24,000}$ des Gewichtes der Erde beträgt, indem die Gesteine seit unermesslich langer Zeit einen bedeutenden Theil des Wassers absorbirt haben. Die Behauptung, daß es nie eine allgemeine Meeresbedeckung gab, aus der sich nach und nach das Land erhoben hätte, daß immer zugleich Land und Meer da war, ist wahrscheinlich falsch. Die Erhebungen sind offenbar Producte einer sehr langen Zeit; als sie noch nicht vorhanden waren, mußte das Meer, das ohnedem reicher war als jetzt, Alles bedecken. Die Vertheilung von Land und Meer hat vielfach gewechselt, wie schon die Steinsalzlager beweisen.

820. Eine allgemeine Ueberfluthung der Erde nach der Bildung von Continenten mit Gebirgen hat kaum stattgefunden, wohl aber höchst bedeutende partielle Ueberfluthungen, deren Andenken sich in der Sage erhalten hat, und welche den davon betroffenen Völkern wohl als allgemeine erscheinen konnten. Wäre Amerika, dessen Flächeninhalt 572,110 Quadratmeilen ist, plöz-

lich aus dem zu 24,000 Fuß tief angenommenen Ocean emporgestiegen, so hätten die Fluthen auf der ganzen Erde doch nur 1500 Fuß hoch steigen können. — Das Wasser hat durch mechanische Gewalt die Erdoberfläche sehr verändert, Berge durchbrochen, Thäler ausgewaschen, ganze Länder auseinander gerissen. Manche locale ungewöhnliche Erscheinungen sind auch durch Wirkung des Wassers zu Stande gekommen; die sogen. Riesentöpfe oder Riesenkeffel, trichterförmige Vertiefungen an den Felsen Scandinaviens, Finnlands, Frankreichs, Thüringens, Steyermarks, des Ural u., entstanden durch lange bestehende kreisende Wassermirbel, als die Länder noch vom Meere bedeckt waren.

821. Die Gesteine, namentlich die krystallinischen, nehmen in ihre vielen feinen Zwischenräume Wasser auf. Dieses konnte bis jetzt nur in eine verhältnißmäßig unbedeutende Tiefe dringen, weil es weiter unten in Dampf verwandelt wieder nach oben steigt: mit der größern Erkaltung der Erde werden auch tiefere Schichten von Wasser durchdrungen und dieses gebunden gehalten. Mit der Verdickung der Erdrinde wird jedoch der Erkaltungsproceß immer langsamer fortschreiten und zuletzt ganz unmerklich werden, so daß kaum zu befürchten ist, die Erde könnte durch Einsaugung der Gesteine ihr Meer und ihre Atmosphäre gleich dem Monde verlieren.

822. Das atmosphärische Wasser, welches die kräftigsten Zersetzungsmittel, nämlich Sauerstoff und Kohlensäure enthält, durchbringt mächtige Gesteinsschichten, der Sauerstoff macht ihr Eisenoxydul zu Eisenoxyd, die Kohlensäure zersetzt die alkalischen und Kalksilicate. Weiter in die Tiefe bringend, verliert das Wasser nach und nach seine Kohlensäure und seinen Sauerstoff, gibt aber dort Veranlassung zu neuen Bildungen aus den Silicaten, die es auf seinem Wege mitgenommen hat, z. B. der Zeolithen und der Ausscheidung von Quarz. Oben in den Gesteinsschichten wirkt das Wasser also zersetzend, unten neubildend. Der Orthoklas ist unter den Feldspathen und daher unter allen alkalischen Silicate enthaltenden Mineralien das verbreitetste, durch seine Zersetzung sind dem Meere zu allen Zeiten unermessliche Mengen von schwefelsauren Alkalien und alkalischen Chlorüren zugeführt worden; die gewaltigen Thonlager sind aus der Zersetzung

der Feldspathe hervorgegangen, enthalten, weil die Zersetzung der alkalischen Silicate nur unvollständig erfolgt, mehr oder weniger Alkalien und werden nur dadurch zur Ernährung einer Vegetation befähigt. Würden nämlich die alkalischen Silicate der Gesteinsschichten vollständig zersetzt, so enthielten die Thonlager keine Alkalien. Nun leben aber die Hausthiere und der Mensch größtentheils von Pflanzen, die auf Thonboden wachsen, so daß vom Alkaligehalt des Thonbodens ein großer Theil des organischen Lebens abhängt. *)

*) Vergl. Bischoff, Chemische und physikalische Geologie, 2. Aufl.

823. Als Land sich über das Meer zu erheben begann, konnten die Süßwasser und ihr Kreislauf entstehen. Die im reinen und im kohlen säurehaltigen Wasser löslichen Zersetzungsproducte der Silicate führten die Gewässer theils dem Meere zu, theils wurden und werden sie von den Pflanzen aufgenommen, welche entstanden, als die Luft von kohlen saurem Gas bis auf einen gewissen Grad frei und durchsichtiger geworden war, wo dann, durch das Licht hiezu befähigt, die Pflanzen die Kohlen säure zu zersetzen begannen.

824. Die ersten Landpflanzen mußten auf kahlen Felsen wachsen, weil sie keinen Humus fanden, mußten alle ihre Nahrung (Kohlen säure und Ammoniak, letzteres aus Stickstoff und Wasserdampf erzeugt) aus der Atmosphäre ziehen, die mit der Bildung von Dammerde immer ärmer an Kohlenstoff wurde. Die Dammerde ist das Capital, welches die Pflanzenwelt seit ihrer Entstehung aus Bestandtheilen der Atmosphäre aufgespeichert hat. Als Pflanzen da waren, konnten auch Thiere entstehen, zuerst Meeresthiere. Zoophyten, Echinodermen, Mollusken u. sondernten die aufgelöste kohlen saure Kalkerde und die Kieselsäure ab, und ihre Kalk- und Kieselskelete bildeten mächtige Lager. Pflanzen- und Thierreich griffen von ihrer Entstehung an mächtig in die tellurischen Proceß ein und fast noch mehr thut dieses der Mensch; er ist es, welcher z. B. den in den Kohlen niedergelegten Kohlenstoff durch Verbrennung dem allgemeinen Kreislauf, speciell dem Pflanzenreiche, wieder zurückgibt. Organismen und unorganische Körper wirken aufeinander und erzeugen neue organische und unorganische Verbindungen. In den Pflanzen, welche viel Kieselsäure

enthalten, tritt eine Beziehung auf die Kieselsäure, in den Thieren, wo der Kalk überwiegt, eine solche zur Kalkreihe auf.

825. Die plutonische Schule, drei Decennien hindurch in fast unbestrittener Herrschaft, hat viel Terrain verloren, und scheinbar wendet sich der Sieg vollständig den Gegnern zu. Weil die Kieselsäure im Wasser fast unlöslich ist, ließen die Plutonisten die primitiven Gesteine fast sämmtlich durch Schmelzung und Erstarrung entstehen. Aber die Entdeckung, daß verhältnißmäßig geringe Temperaturen unter hohem Druck die Krystallisation vieler Mineralien bewirken, zu welcher man früher das Feuer für nothwendig hielt, hat die Lehren der neptunischen Schule wieder in den Vordergrund gerückt. Man ging so weit, zu behaupten, daß die Abplattung der Erde nicht beweise, daß sie einst feurig flüssig war; man hat eingewendet, daß die Erde bei einem feuerflüssigen Innern kein Magnet sein könnte, weil die magnetische Kraft schon in der Glühhitze zerstört wird, — aber die magnetische Kraft kann durch die Elektricität des Luftkreises und der Erdrinde stets neu erregt werden.

826. Man behauptet, die Annahme eines heißen Erdinnern unter der Lavenregion sei durch nichts erwiesen; die Erde erkalte nicht, denn wenn sie auch immer Wärme durch heiße Quellen und Laven verliere, so werde immer eben so viel neue Wärme durch Schichtenbildung und Aufspeicherung umsatzfähiger Stoffe erzeugt. — Aber woher denn dann die tropischen Organismen in den kalten Gegenden und die stufenweise Annäherung der Organisation an den jetzigen Zustand in den kalten und gemäßigten Gegenden? Wie kann man leugnen, daß die Pflanzen der Steinkohlen, die Palmen und Cycadeen, auf ein viel wärmeres Klima unserer Gegenden deuten? Die fossilen Miokän-Pflanzen der arktischen Zone sind zum Theil trefflich erhalten, selbst Blüten, Früchte, zarte noch gefaltete Blätter, dabei Insecten; auch treten sie in Verbindung mit mächtigen Kohlenlagern auf. Sie können also nicht hergeschwemmt, sondern müssen dort gewachsen sein und die in Spitzbergen sind in eine Süßwasserbildung eingeschlossen.

827. Ein früherer feuriger Zustand der Erde braucht auch dann nicht aufgegeben zu werden, wenn für die sämtlichen plutonischen Felsarten wässerige Entstehung nachgewiesen werden könnte; er muß nur in eine fernere Vergangenheit verlegt werden. Nicht in der Bildung der Primitivgesteine muß die plutonische Theorie ihre Stütze suchen wollen, sondern in der Entstehung der Erde und der Himmelskörper überhaupt. Das Sonnensystem stellt ein organisches Ganze dar; alle seine Körper sind nach gleichen Gesetzen entstanden; die Sonne befindet sich noch in feurig glühendem Zustand, aus dem die Planeten bloß deswegen herausgetreten sind, weil sie wegen ihrer kleinen Massen früh erkalten mußten.

828. Zuerst herrschte das Feuer, nach ihm kam das Wasser zur Herrschaft. Die so verschiedene Structur und Lagerung der Primitivgesteine, welche an unzähligen Stellen die neptunischen durchbrochen und überlagert haben, deutet auf eine andere Entstehungsweise; es ist nicht denkbar, daß alle Primitivgesteine nur umgewandelte Sedimentgebilde seien, wie Bischoff will, der zwar einen feurigen Ursprung der Erde annimmt, aber nach der Erstarrung der Rinde und dem Entweichen der Kohlensäure in die Luft Alles, was später über der nach ihm ungeheuer tief liegenden Erstarrungsrinde geschieht, mit Ausschluß alles Plutonismus durch die jetzt noch wirkenden mechanischen und chemischen Kräfte erklären und die krystallinischen Gesteine als Umwandlungen ursprünglicher Sedimentgebilde durch Wasser von der gegenwärtigen chemischen Beschaffenheit und Temperatur ansehen will.

829. In flüssigem Zustand mußte die Erde ursprünglich sein, sonst konnten die Pole nicht abgeplattet werden. Dieser Zustand war feurig flüssig; wäre die Erde bei ihrer Entstehung kalt gewesen, so hätte sie die Temperatur des Weltraumes angenommen, die noch niedriger sein muß als die niedrigste Temperatur an den Polen (— 45,3 R. nach Boë), und hätte sich mit Eis bedeckt. — Daß jene Thierformen, welche den frühesten am meisten verwandt sind, in tieferen, wie man sagt, kälteren Meeresschichten leben, kann kaum ein Argument gegen die Theorie der Erderkaltung sein. Vielleicht suchen sie nicht wegen der Temperatur die tieferen Schichten, sondern weil höherer Druck für sie

Lebensbedürfnis ist, abgesehen davon, daß die tieferen Schichten keineswegs immer die kälteren sind.

830. Die Erkalzung und die Bildung der Erde hat jedenfalls außerordentlich lange Zeit erfordert. Thomson berechnete nur 98 Millionen Jahre bis zur Erstarrung der Erdrinde, Haugston aber 1018 Millionen Jahre zur Abkühlung von 100° C. bis 50° C. und 1280 Millionen für die Abkühlung von 50° auf 25° C. Nach Bischoff's Versuchen mit geschmolzenem erkaltenden Basalt hätte die Erde zu ihrer Abkühlung von 2000 auf 200° etwa 350 Millionen Jahre nöthig gehabt; viel länger währte noch das vorhergehende Erbalter, wo die Erde aus dem Urnebel sich zur Kugel verdichtete. Vom Auftreten der ersten Organismen bis zur Erscheinung des Menschen mögen einige Millionen Jahre verfloßen sein.

831. Es ist allerdings durch Versuche nachgewiesen, daß zur Krystallisation der Bestandtheile des Granits und Spenits, zur Ausfüllung der Ergänge und Bildung vieler Mineralien, zu welcher man das Feuer für absolut nothwendig hielt, verhältnißmäßig geringe Temperaturen, aber unter hohem Druck und mit Wasser oder Wasserdampf genügen. Die krystallinischen Schiefer konnten sich auf diese Weise bilden; die Metalle wurden nicht aus der Tiefe in die Spalten sublimirt, sondern durch Wasser in sie gebracht. Unter Einwirkung heißen Wassers ändert sich die Lage der Gesteinstheilehen. Zur Erfüllung von Gängen mit Metallen gehören besondere Modificationen der Gesteine, deren Zug dann die Metalle folgen; ändert das Gestein, so hört auch das Erz auf. Daubrée fand in der Thermalquelle zu Plombières krystallisirtes Schwefelkupfer, im römischen Mauerwerk an derselben Hyalith, ganz dem in den Basalten gleich, und krystallisirten Apophyllit. In hoch erhitztem Wasser wandelt sich Glas ganz um, wird schieferig; es bilden sich in demselben Krystalle von Quarz, Wollastonit und andere Silicate in Körnern, Obsidian, Thon werden zu Feldspath, Holz zu Anthracit. Die Mineralien der Ergänge und die vulcanischen Felsarten können unter Mitwirkung des heißen Wassers schon bei Temperaturen entstehen, welche 70° C. nicht übersteigen. Sénarmont erhitzte Wasser in zugeschmolzenen Glasröhren bis 300° C. und sah, daß

viele sonst für unlöslich geltende Mineralkörper gelöst und krystallinisch abgeschieden wurden. Daubrée wandte noch höhere Temperaturen an, nachdem er die Glasröhre in einen eisernen Cylinder eingeschlossen. Nach ihm wäre der Gneiß ein Product des Einflusses der heißen Wasser auf die ursprüngliche feste Granitrinde. Dieselbe feuerflüssige Masse liefert nach Bischoff II. bei schneller Kühlung durch kaltes Wasser Bimsstein oder Sand, bei gewöhnlicher Abkühlung ein braungrünes Glas, bei langsamerer ein solches mit Krystallen, bei langsamster eine ganz krystallinische steinige Masse, sehr fest, selbst von Strahlsteinstructur.

832. Fuchs, ein Vorgänger Bischoff's, hatte schon lange hervorgehoben, daß krystallinische Kiesel-erde (Quarz), wie sie in allen granitischen Gesteinen, vielen Porphyren, Trachyten, Grünsteinen vorkommt, nur auf nassem, nicht auf feurigem Wege darzustellen sei, daß in den gemengten Gebirgsarten leicht- und strengflüssige Mineralien häufig durcheinander gewachsen, also gleichzeitig entstanden sind. Wäre der Granit geschmolzen gewesen, so hätte zuerst der Quarz krystallisiren und niedersinken müssen; erst lange nachher hätten die viel schwerer erstarrenden Feldspath- und Glimmerkrystalle entstehen können. Auch hat man im Granit noch niemals glasige Massen gefunden. Auch die mechanische Anordnung der Bestandtheile und das Vorhandensein wasserhaltiger Mineralien in granitischen Gesteinen soll nach Anderen gegen ihre plutonische Entstehung sprechen.

833. In der ersten Zeit der Erde waren nach Fuchs (dem darin auch Volger beistimmt) die zwei sich ausschließenden Säuren: Kiesel- und Kohlensäure „Herrscher und Ordner, und durch sie entfalteten sich zwei Hauptreihen: Kiesel- und Kalkreihe, welchen sich später noch die Kohlenstoffreihe zugesellte. Nebenreihen bilden Gyps, Steinsalz &c.“ Mit der Kieselreihe begann die Gebirgsbildung, mit der Krystallisationskraft fing das Leben der Erde an. Durch die Krystallisation so großer Massen wurde die Erde selbstleuchtend und Wärme bis zur Gluth frei. Die Kohlensäure entfaltete ihre Wirksamkeit später, und die mit ihr in Beziehung stehende Kalkreihe beginnt ganz schwach mit der Kieselreihe in den Urgebirgen und läuft ihr parallel durch

alle Epochen, immer zunehmend im Verhältniß, wie die Kieselreihe abnahm, in den Flözgebirgen in unübersehbaren Massen auftretend. Kohlenreihe, die kleinste, fängt mit dem Graphit in den Urgebirgen an, zu ihr gehören schwarzer Urkalk, Thonschiefer, Anthracit, Kohlen. Krystallinischer Quarz, im Knallgasgebläse geschmolzen, wird viel leichter von Säuren angegriffen, und sein spec. Gewicht sinkt von 2,6 auf 2,2. Dasselbe erfolgt mit vielen anderen Silicaten. Feinr. Rose vermuthete deshalb auch, daß der Granit und die anderen quarzhaltigen Gesteine nicht aus einem heißflüssigen Brei erstarrt sein könnten, wogegen aber Bunsen nachwies, daß der Erstarrungspunct einer einzelnen Verbindung in einem Gemisch verschiedener Verbindungen ihrem Schmelzpunct nicht entspreche. So scheidet sich der Graphit im Gußeisen krystallinisch aus bei einer bedeutend unter seinem Schmelzpuncte liegenden Hitze. Krystallinische Laven verhalten sich wie der Granit, und letzterer könne daher allerdings auf plutonischem Wege entstanden sein.

834. Für den Ursprung des Granits aus einem feurig-flüssigen geschmolzenen Brei stehen übrigens nur noch Wenige ein; die Mehrzahl der Geologen ist aber unentschieden, ob die granitischen Gesteine Erstarrungsproducte aus einem gleichartigen, heißwässrigen Brei unter hohem Druck seien oder durch langsame Umwandlung von Schichtgesteinen entstanden unter Einfluß von Wärme und Druck, wobei neue Bestandtheile in wässriger Lösung zugeführt wurden. — Die Hebung und Emportreibung granitischer Gesteine scheint wesentlich auf Gasentwicklung im heißen Erdinnern zu beruhen.

835. Es ist nur consequent, wenn die Gegner der Plutonisten die Zahl der eigentlichen Eruptivgesteine sehr beschränken, sie für mehr local, ihre Wirkung rasch vorübergehend, nur wenig metamorphosirend ansehend. Bischoff, früher Plutonist, sprach später allen Gebirgsarten die feurige Entstehung ab, mit Ausnahme des Basalts und Trachyts, und wurde zuletzt auch hinsichtlich des Basalts schwankend. Rose entschied sich für den neptunischen Ursprung des Granits; nach Delesse sind feurigen Ursprungs Trachyt, Dolerit, nur scheinbar feurigen Pechstein, Klingstein, Basalt, Trapp, nicht feurigen Granit, Diorit, Ser-

pentin. Veroddingen und Vipold lassen den Zinnober auf feurigem Wege entstehen, Sartorius von Waltershausen und Nöggerath auf wässrigem. Nach Dana wären bloß einige Porphyre und Diorite, dann die Phonolithe, Basalte, Trachyte und Laven feurigen Ursprungs, alle anderen krystallinischen Gesteine aus sedimentären durch Umwandlung entstanden. Aber manche Porphyre und Diabase sind scharf begrenzt in schmalen Gängen des oberdevonischen Kalkes, andere Porphyre und Melaphyre bilden weite Lager zwischen Sand- oder Kalkgesteinen ohne allen Uebergang in diese; die Granite des Harzes sind nach Römer mit dem umgebenden metamorphischen Hornstein zwar dicht verwachsen, aber immer haarscharf begrenzt ohne Uebergang. In allen solchen Fällen muß man feurigen Fluß annehmen.

836. Die Neptunisten können schwer glauben, daß die in den Laven vorkommenden Krystalle von Augit, Nephelin, Chrysolith, Leuzit, Feldspath nicht nach der Schmelzung entstanden, sondern unzerstörte Reste der zur Bildung der Laven verwandten Gesteine seien. Sie behaupten, der gebiegene Kohlenstoff könnte in einer feurig-flüssigen Erde nicht bestehen, ebenso nicht der gebiegene Schwefel, denn beide sind äußerst kräftige Reductionsmittel der Metalle; es würden sich sogleich Kohlen- und Schwefelmetalle gebildet haben; der Schwefel konnte damals nur im Gyps und anderen Sulphaten vorkommen. Aber wer kann behaupten, daß die Differenzirung mancher Stoffe nicht einer späteren Zeit angehöre?

837. Das Wasser in Verbindung mit den in ihm gelösten Bestandtheilen bewirkt die bedeutendsten Umwandlungen der Mineralien. Gyps wird zu krystallisirtem Anhydrit, wenn er mit gesättigter Kochsalzlösung auf 125—130° erhitzt wird. Sanften Gypslager bis zu solcher Temperatur hinunter, so konnten sie bei Einwirkung von Salzwasser zu Anhydrit werden. (Hoppe-Seyler.) Serpentinsteine scheinen durch Wasser anzuschwellen. Der Dolomit ist wohl in manchen Fällen durch Einwirkung kohlensäurehaltigen Wassers auf bereits etwas magnesiashaltigen, demnach dolomitischen Kalkstein entstanden, in den meisten Fällen aber höchst wahrscheinlich durch Einwirkung einer Lösung

von kohlensaurer Magnesia in kohlensäurehaltigem Wasser auf gewöhnlichen oder bereits etwas dolomitischen Kalkstein. Die gewaltigen Dolomite von Fassa, zum Theil isolirte Felsen von 2—3000 Fuß Höhe nach Riechthofen, sind Korallenriffe, deren Kalk durch magnesiareiche Quellen zu Dolomit wurde. (Scheerer.)

838. Umwandlung von Mineralien wird auch durch andere Umstände bewirkt. In der Nähe von Granit und Gneiß wurden große Kalkmassen krystallinisch und dehnten sich aus. Schiefer werden krystallinisch, glasige Lava wandelt sich in granitische Gesteine um. Aus Feldspath kann Alaun, aus Kalk Gyps und Feldspath entstehen. Nach Emil Porth werden Kupfercarbonate bei Berührung mit Pflanzenpetrefacten in Kohlenschmären und in den bituminösen Schiefen in Kupfersulphurate umgewandelt. Auch der Elektromagnetismus kann Mineralien umwandeln.

839. Sehr ähnliche Gesteine können unter gleichen Umständen in ganz verschiedenen Zeiten entstehen; der tertiäre Braunkohlensandstein der Schweiz ähnelt dem Steinkohlensandstein Mitteldeutschlands. Sedimentbildungen können die Beschaffenheit krystallinischer Gesteine im Laufe der Zeit und unter gewissen Umständen annehmen und zwar durch die Wirkung des Wassers, besonders des warmen. Zu weit geht aber die Meinung, daß alle granitischen Gesteine nur Umwandlung von Sedimentgesteinen seien, daß nur der Neptunismus immer auf der Erde geherrscht habe und eine ewige Umbildung sedimentärer Gesteine in krystallinische und ewige Zerstörung dieser zur Darstellung sedimentärer Gesteine stattfinden.

840. Nach Fuchs ziehen sich die amorphen Massen beim Uebergang in den krystallisirten Zustand stets in einen kleineren Raum zusammen. Dadurch entstanden Klüfte, Spalten, Gänge, Höhlen, Senkungen und Einstürze, Thäler, Schluchten, Kessel. Beim Uebergang aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand wird Wärme frei, die bis zur Glühhitze steigen kann, wenn jener Uebergang in großen Massen geschieht.

841. Findet Wasseraufnahme und Krystallbildung bei großen Massen statt, so biegen sie sich gewölbartig auf, mit Einsenkung an den Seiten; so entstanden große Inseln, selbst Continente

mit tiefem Meere an den Seiten. In der Zeit der größten Spannung können die Gewölbe plagen, wo dann die mittleren Schichten senkrecht aufsteigen, die seitlichen als scharfe Gräthe sich gegen sie neigen oder auch nach beiden Seiten sich fächerartig überbiegen, wobei die jüngeren Schichten unter die älteren zu liegen kommen. Durch die kassende Spalte kamen dann aus der Tiefe die glühenden Eruptivgesteine hervor, so z. B. der Montblanc.

842. Die Felsen scheinen nur unbeweglich zu sein; im Großen und Ganzen verhalten sie sich gegen die gewaltigen Druckkräfte biegsam und zum Theil elastisch. Die dachartige Aufbäumung und Faltung der Schichten, z. B. am Vierwaldstättersee, will Volger nicht durch Erhebung plutonischer Massen, sondern durch Pressung oben liegender, sich immer vermehrender Bildungen entstanden sein lassen, welche ein Emporquellen und Aufrichten der unten liegenden an den Stellen des geringsten Druckes herbeiführte. Belemniten und andere Petrefacten sind durch Dehnung der Schichten oft gestreckt, verzerrt, verbogen. Alle Unebenheiten des ungeheuren Faltengewandes der Erde aber hiedurch erklären zu wollen, geht nicht an.

843. Das Sinken der plutonischen Schule hat Versuche herbeigeführt, auch die Thalbildung, statt durch Spaltung und Zerreißung mittelst Erhebung der Gesteinsschichten, manchmal auch durch Faltung oder Einsenkung und durch Auswaschung (Erosion), lediglich durch letztere zu erklären. Ein Hebungs-
thal, wurde gesagt, müßte benachbarte parallele Thäler zusammen-
drücken, nun laufen aber z. B. in der Schweiz Neuf- und Hasli-
thal, Rhone- und Aarthal, Aargau und Engadin parallel. Daher
seien alle Thäler durch Auswaschung entstanden, manche durch
Gletscher ausgeweitet worden. Gesteine, die kohlensauren Kalk
enthalten, werden leicht ausgewaschen und schnell zertrümmert, weil
die Silicathelle ihres Zusammenhanges beraubt werden; so ist
die Schlucht von Pfäfers, die Via Mala am Splügen entstanden,
und viele Thäler im Bündtnerchiefer wurden auf diese
Weise ausgetieft. Das letztere erfolgt sehr gut auch durch die
Rollsteine, welche den Boden ausfurchen; die Rollsteine entstehen
durch Felsablösungen von den Gebirgswänden, welche in die

Thäler und Kinnsaale der Gewässer stürzen, oft in der Größe von Häusern, ja von Hügel- und Bergesgröße, und die namentlich im Winter beim Föhn reichlich erfolgen. *)

*) Mohr, über Thalbildung, Vortrag im naturhistor. Verein für Rheinland und Westphalen, 1866.

844. Diese Theorie der Thalbildung kann unmöglich die allein richtige sein. Wollte man die Erhebung durch Plutonismus auch ganz aufgeben, so bliebe doch die Erhebung durch Aufquellen und Krystallisiren der Gesteinsmassen in Folge von Wasseraufnahme. Eine so erhobene Gesteinsmasse muß in Stücke zerfallen, weil sie, weiter vom Erdmittelpunct entfernt, das neue größere Areal nicht mehr ganz bedecken kann, so daß mehr oder minder große Spalten entstehen, die im Laufe der Zeit durch die Gewässer und die einstürzenden Wände immer breiter werden.

845. Die älteren Ansichten über Bildung der Steinkohlenlager, als seien sie Ansammlungen von Treibholz oder von auf dem Meeresboden gewachsenen Algen (Barrot und neuerlich wieder Mohr), sind beseitigt, letztere, weil in den Steinkohlenlagern sich nur Landpflanzen finden. Weil vom gewöhnlichen zum braunkohlenähnlichen Torf, von diesem zu Braunkohle, Lignit, Schieferkohle, Steinkohle, Anthracit eine continuirliche Reihe besteht, so betrachtet man jetzt die Steinkohlenlager als Anhäufungen von vegetabilischen Massen, die, durch einen von höherer Temperatur begünstigten unter dem Wasser verlaufenden Verwesungsproceß jene Reihe durchlaufend, ihre gegenwärtige Beschaffenheit erhalten haben. Die erdigen Bestandtheile in den Gliedern der ganzen Reihe wurden durch Wasser in sie geführt, das zugleich alle Alkalien auswusch, welche vom Torf bis zum Anthracit fehlen. Sauer- und Wasserstoff wurden fast ganz ausgeschieden, namentlich im Anthracit, der ältesten Kohle, ganz im Diamant.

846. Die jetzigen Steinkohlenlager entstanden in sumpfigen Niederungen, wo die Kohlenpflanzen wuchsen. *) Der Boden hob und senkte sich abwechselnd, daher die Folge von Kohlen- und Sandsteinschichten; im 14,570 Fuß mächtigen Kohlengebirge von Neuschottland wechseln 76 solcher Schichten. Manchmal

brang beim Sinken auch das Meer ein und ließ Kalklager und Meeresorganismen zurück.

*) Am wesentlichsten trugen hierzu bei die Sigillarien mit ihren Wurzeln den Stigmarien, Nadelhölzer, den jetzigen Araucarien ähnlich, Aggerathien, Calamiten und Lepidobendreen.

847. Alle Stein- und Braunkohlen lassen bei richtiger Behandlung noch Spuren ihres vegetabilischen Ursprungs erkennen, und selbst die Asche scheinbar gänzlich structurloser Steinkohlen zeigt noch deutlich einzelne Pflanzenzellen. Bei der Bildung der englischen Steinkohle betheiligte sich besonders der Nadelholzbaum *Pinites carbonarius* Witham, dessen mikroskopische Structur noch öfters auf dünnen Schliffen erkennbar ist. Nach Taylor und Bafewell reichen die englischen Steinkohlenlager noch für Jahrtausende aus, die Kohlenlager im Staat Ohio mögen nach Vindley und Hutton wohl 35 Billionen Kilogramme Kohle enthalten. Der Kohlenstoff der sämmtlichen Stein- und Braunkohlen übertrifft den jetzt in der Atmosphäre vorhandenen vielfach.

848. Die Ablagerungen von verkohlten und veränderten Pflanzenresten der Tertiärformation nennt man Braunkohlen. Das Material zu ihnen lieferten dicotyledonische Bäume und andere Angiospermen, und zwar ähnliche Arten, wie sie noch jetzt da sind, in der plioänen Zeit, oder mehr subtropische, wie im Mioän, oder vorzugsweise tropische, wie im Eocän. — Die Kohlen der großen Werke von Colonel im südlichen Chile sind tertiär, wie die Petrefacten beweisen, die den noch jetzt in Chile lebenden Arten nahe verwandt sind, und haben merkwürdigerweise doch die mineralogische Beschaffenheit der Steinkohlen, nicht der Braunkohlen. *)

*) Buchenau, in Abhandlungen herausgeg. vom naturwissenschaftl. Verein zu Bremen, 1868, I, 133.

849. Aus der Zersetzung von Land- oder Seegewächsen oder stickstofffreien thierischen Theilen, z. B. in Korallen- und Muschelbänken, entstand das Erdöl, Petroleum, und zwar von der unterjüricen bis in die nachtertiäre Zeit.

850. Die Gletscher sollen so sich ausdehnen, daß die einzelnen Firnkörner durch Anziehen von Wasser und Wasserdunst wie Kristalle wachsen, vom Senfkorn bis zur Nußgröße, und so die Ausdehnung der ganzen Gletschermasse bewirken. (Hugi.) Die Ausdehnung kann auch durch Flüssigkeit erfolgen, welche sich in ihren Capillarräumen sammelt, besonders wenn diese gefriert; bei der Bewegung gleiten sie etwa wie Lava in Folge der Schwere auf der geneigten Fläche herab. (Forbes.) Sie schieben dabei Schuttwälle, Moränen vor sich her, welche man in Schweden Arar nennt.

851. Außer der Endmoräne entstehen an den Gletschern auch Seitenmoränen durch die auf die Seiten des Gletschers herabfallenden Steine. Fließen zwei Gletscher zusammen, so vereinigen sich ihre gegeneinander gelegten Seitenmoränen zu einer mittleren Moräne, die parallel den Ufern des vereinigten Gletscherstromes bis zu dessen Ende fortrückt. Das Fortrücken der Gletscher ist nach ihrer Größe, Localverhältnissen u. verschieden schnell, im Mittel etwa 1 Fuß für jeden Tag, also 3—400 Fuß in einem Jahre. Im Winter erfolgt das Fortrücken viel langsamer als im Sommer. Eine ganz geringe Aenderung in der Neigung der Oberfläche des Eises von nur wenig Gradon genügt schon, eine Menge Zerreißen und querlaufender Spalten zu veranlassen, weil die Eismasse, nicht der geringsten Dehnung fähig, dann sogleich zerreißt. Die zuerst von Forbes bemerkten Schmutzbänder zeigen durch den Grad ihrer Krümmung die wechselnde Geschwindigkeit, mit welcher sich der Gletscher in verschiedenen Stellen seines Laufes fortbewegt. Gletschereis hat eine körnige Structur, das Eis, welches sich auf ruhigen Gewässern bildet, eine kristallinische. Durch den ungeheuren Druck und die Reibung, welche der Gletscher auf den Boden übt, bilden sich theils polirte Flächen, manchmal durch härtere Steine Furchen und äußerst feiner Schlamm, der den Gletscherbach so trüb erscheinen läßt und an mineralischen Stoffen, die für die Ernährung der Pflanzen nothwendig sind, ungemein reich ist. Der sogen. Löss, welcher am Rhein bis Belgien hinab fruchtbare Schichten feinen Lehms bildet, ist nichts Anderes als Steinstaub, durch die großen Gletscher der Eiszeit erzeugt.

852. Nach Dana wäre bei der Erkaltung die Erde kleiner geworden, und die zuerst gebildete Kruste konnte der Spannung nicht widerstehen und brach an vielen Stellen des geringsten Zusammenhangs in den Richtungen nach Nordost und Nordwest ein. An den Seiten der Senkungsstellen hoben sich die übrigen Theile; ragten diese über das Meer hervor, so hoben sich die Risten mehr als das Innere; daher sind die Oceane, besonders der stille, von hohen Gebirgsketten umgeben. Zugleich entstanden später um diesen auch tiefere Spalten, die zum Erdinnern führten, daher der Vulcangürtel um den großen Ocean. Durch die Senkungen der Erdkruste entstanden gleich anfangs, noch vor der azoischen Zeit, die jetzigen Oceane und Landmassen. Letztere erschienen, entsprechend den nach Nordost und Nordwest gehenden Richtungen des Zusammenhangs, als Dreiecke mit südwärts gerichteten Spitzen, im Innern deprimirt, an den südlichen Schenkeln durch Gebirgsketten begrenzt, deren höhere dem großen Meere zugewandt sind.

853. Die Gestalt der aus dem Ocean hervorragenden Landmassen hat sich in den geologischen Perioden vielfach geändert. Ungeheure Fluthen, durch Senkung und Erhebung einzelner Stücke der Rinde entstanden, haben abwechselnd die Länder bedeckt und verlassen und Continente zertrümmert, deren Reste, wie im indischen und Antillenmeer, als Inseln verblieben.

854. Es hat ursprünglich ein allmähliges Anwachsen der Landmassen stattgefunden, so daß zuerst nur Inseln vorhanden waren und diese durch Vergrößerung und Vereinigung die Continente dargestellt haben. Erste Grundlage in der silurischen Periode waren die ältesten krystallinischen Silicatgesteine, die, an den Rändern durch die Fluthen zerstört, das Material für Sedimentgebilde lieferten, in welchen die Reste der in jener frühen Zeit lebenden Meeresorganismen niedergelegt und, indem sie hie und da erhoben wurden, Vergrößerung der ersten Inseln herbeiführten. Wo jetzt Asien, waren in der Silurperiode zwei größere, durch einen breiten von Ost nach West laufenden Meeresarm getrennte Landmassen und noch eine kleinere südwestlich liegende, das spätere Vorderindien, nebst Inseln vorhanden; Europa stellte eine Gruppe zahlreicher Inseln dar, unter welchen das

spätere Scandinavien eine der größten war. Von Afrika waren als Grundlage seiner spätern Gestaltung zwei größere Landstrecken da, getrennt durch ein breites von Nord nach Süd sich erstreckendes Meer, und im Südosten bereits die Insel Madagascar. Nord- und Südamerika, damals und noch lange nachher getrennt, zeigten sich in der Gestalt langgestreckter großer Inseln mit weiten Meeresflächen dazwischen; Grönland war schon in seinen Hauptumrissen vorhanden. Australien stellte ebenfalls eine Gruppe von Inseln dar; der neuholländische Continent war noch nicht gebildet, ebenso wenig die zahllosen Corallen-Eilande des stillen Oceans.

855. In der devonischen und Steinkohlenperiode vergrößerten sich alle diese Ländercomplexe, und die zwischen ihnen liegenden Meeresstrecken wurden kleiner durch Anlagerung von Sedimentgesteinen an die primitiven Massen. Dieser Proceß hatte seinen Fortgang in der Dyas- und Triasperiode sowie in der ältern Jurazeit; die weit ausgebreiteten Meeresstrecken, welche das nördliche und südliche Asien, die West- und Osthälfte Afrikas und Nordamerikas trennten, waren schmaler geworden, in Afrika zum Theil verschwunden, so daß in dessen Aequatorialzone die beiden Hälften bereits vereinigt erscheinen. Zur Zeit des weißen Jura und der Kreide nähern sich Asien und Afrika mehr und mehr ihrem gegenwärtigen Umriss, beiden fehlen noch die nördlichsten Theile; der tiefe Meereinschnitt, welcher in der Dyas noch bis zum Aequator reichte, hat sich sehr verkleinert, und seine südliche Grenze rückt immer weiter nach Norden zu. Scandinavien ist bereits mit dem nördlichen Rußland zu einem Ganzen zusammengewachsen. Der australische Continent erscheint nun fast schon in seiner gegenwärtigen Gestalt und Ausdehnung.

856. In der Tertiärperiode vereinigten sich allmählig die Nord- und Südhälfte Asiens, die Ost- und Westhälfte Nordamerikas; der arabische Golf, den indischen Ocean mit dem Mittelmeer verbindend, schloß sich endlich durch die Landenge von Suez, und auch die Verbindung des Mittelmeeres über das jetzige Kleinasien wurde aufgehoben. In Nordafrika erhoben sich bis dahin vom Meere bedeckte große Länderstrecken, die sich nun als die Wüste darstellen. Die mitteleuropäische Inselgruppe verschmolz

zu einem Ganzen; das bis dahin getrennte Nord- und Südamerika wurde, als die Trachytporphyre der centralamerikanischen Gebirgskette sich erhoben, durch die Landenge von Panama vereinigt und damit die in diesen Breiten bis dahin offene Verbindung des atlantischen und stillen Oceans abgeschnitten.

857. Je weiter rückwärts die Vergangenheit, desto fremdartiger, desto schwerer verständlich steht sie uns gegenüber. Erst mit der Tertiärperiode beginnt die Gestalt der Landmassen, die organische Schöpfung sich entschiedener der Gegenwart zu nähern, obwohl selbst in der Miokänzeit noch ein großer Theil Europas Meeresgrund war, ebenso Kleinasien, Armenien, die Kaukasusländer, während das Kaukasusgebirge als Insel aus dem zusammenhängenden viel ausgebehnteren schwarzen und kaspischen Meere emporragte. Das Meer, weit in die gegenwärtige Alpenkette hineinragend, lagerte den Nummulitenkalk und Kalk ab. Scandinavien und Rußland hingen näher zusammen, weil ein Theil der jetzigen Ostsee Land war, das sogen. Bernsteinland, welches später versank.

858. In der Tertiärzeit hatten die großen und kleineren Inseln, welche damals Europa bildeten, eine üppige Vegetation und Thierwelt; erstere bildete die Braunkohlenlager, deren Hauptmasse in Steiermark die beiden untergegangenen Rießerarten *Peuce acerosa* Ung. und *P. Hoedliana* bildeten. Ein berühmtes Lager urweltlicher Pflanzen und Thiere jener Zeit ist Radoboj. Von dessen Braunkohlenpflanzen lebt jetzt keine einzige Art mehr in Steiermark; Fauna und Flora gleichen der gegenwärtigen im südlichen Nordamerika und Mexico, weshalb Unger eine damalige Verbindung von Amerika und Europa annimmt. Die sehr reiche Flora von Sokka bei Weitenstein ist etwas älter und gleicht mehr der von Neuhoiland und Oceaniern; es mußte damals die Torresstraße noch nicht existirt haben, so daß Verbindung mit Neuhoiland bestand. Aber auch afrikanische und mittelasiatische Pflanzen finden sich in Sokka. Diese Flora erstreckte sich auch über Tyrol, die Schweiz u. *)

*) Denkschriften der k. k. Akad. der Wissensch., Bd. II, 1850.

859. Unter den Pflanzen der Braunkohlenzeit sind auch solche, die ihre heutigen Verwandten in Südeuropa, Mittel- und tropischen Afrika haben; sie erhielt sie, und zwar bis vom Cap her, über Sicilien und das Tafelland von Marzuff, da die Sahara noch Meer war. Ueber das Tafelland konnten der afrikanische Elefant, das Flußpferd, die gefleckte Hyäne und afrikanische Pflanzen nach Europa kommen. Im reichen Säugethierlager von Piskermi am Fuß des Pentelikon fand Gaudry zahlreiche Antilopen, dann Giraffen, riesige Schweine, Nashörner, Hyänen und andere südafrikanische und indische Thiere. Unger fand im Braunkohlenlager von Kumi auf Euböa zahlreiche afrikanische und sonst der südlichen Halbkugel angehörige Pflanzen, auch australische. Damals waren an der Stelle der Sporaden und Cycladen weit ausgedehnte Grasebenen, wo jene Thiere weideten. Als das Land sank, flüchteten sie sich gegen den Pentelikon, wo sie aus Mangel an Futter umkamen. Unter den fossilen Pflanzen von Kumi sind einige, welche gleichzeitig unter 70° nördl. Br. auf der Discoinsel bei Grönland und in Alaska wuchsen, namentlich *Sequoja Langsdorfii*; also auch dort ein warmes Klima. Im südlichen Nordamerika hat sich eine der tertiären ähnliche Flora erhalten, in Europa nahm sie einen sehr verschiedenen Charakter an.

860. Als die Erde noch eine sehr hohe Temperatur hatte, existirten jene Luftströmungen noch nicht, welche auf der Ausgleichung der warmen und kalten Luft beruhen; erst in der Tertiärzeit, wo die Erde von den Polen her zu erkalten begann, bildete sich allmählig das System von Polar- und Aequatorialströmungen aus. Zugleich wurde die Atmosphäre viel ärmer an Wasserdampf, weil mit der geringeren Wärme sich ihre Capacität hiefür verminderte; sie wurde viel trockener, während sie in früheren Erdperioden sehr feucht gewesen war. Als die kalten Luftströmungen von den Polen her in die noch viel feuchtere Luft der wärmeren Zonen einbrangen, mußten aus dieser ungeheure Niederschläge und damit ungeheure Ueberschwemmungen erfolgen.

861. In England hatte das Eocän noch eine mittlere Jahrestemperatur von 25° C., wie Calcutta und Havannah, die ältere

Schweizermolassezeit von 20° C. In der Pliokänzeit war das Klima schon viel minder warm, während der Eiszeit etwa um 5° C. kälter als jetzt.

862. Die Ursachen der Eiszeit sind unbekannt. Chell glaubt sie durch wechselnde Vertheilung des Landes und der Meeresströmungen zu erklären; durch Zunahme der Wasserflächen in der einen oder andern Halbkugel konnte das Klima rauher werden; die Südhalbkugel hat eine Mitteltemperatur, fast um 2° C. geringer als die nördliche. Auch die Windströmungen müssen sich mit anderer Land- und Wasservertheilung ändern. Amerika konnte zu anderer Zeit seine Eiszeit gehabt haben. (In der Nähe des Nordcaps mittlere Jahrestemperatur + 1°, die von Boothia festig — 16°; Differenz also in gleicher Breite 17°; im Januar sogar 27—28°.) Konnte durch geologische Veränderungen die Mitteltemperatur Europas um etwa 15° geringer werden, so reichte das schon für eine Eiszeit aus. Die Eiszeit hat sich aber auch über das äquatoriale Amerika erstreckt; es heißt wohl dem Verhältniß von Land- und Wasservertheilung zu großen Einfluß einräumen, wenn von ihm die reiche Flora des nördlichen Polarlandes und wieder die Eisbedeckung des äquatorialen Amerika abhängen soll.

863. Nach Adhémar's bekannter Hypothese soll in einer durch das Vorrücken der Nachtgleichen begründeten Periode von 21,000 Jahren abwechselnd bald die eine, bald die andere Halbkugel der Erde kälter werden, die Eisbildung auf ihr zunehmen, und in Folge des dadurch gestörten Gleichgewichtes sollen die oceanischen Wassermassen sich vorzugsweise über sie ergießen, wie dieses nun für die südliche Halbkugel der Fall ist. Es soll die Schwerpunktsverschiebung der Erde durch Anhäufung des Eises bald am Nord-, bald am Südpol 1780 Meter betragen, was hinreichte, um die großen Fluthen zu bewirken, von denen die Tradition spricht. Nach Mäbler muß aber, um nur 1 Fuß Schwerpunktsverrückung herbeizubringen, eine Differenz von 381 Fuß in der Höhe der Eismassen gegeben sein, für 1780 Meter 91½ Meile Differenz. Mäbler hält Adhémar's Erklärung der Thatfachen für falsch; sie seien nicht in astronomischen Verhältnissen, beziehungsweise dem Vorrücken der Nachtgleichen be-

gründet. Er macht auf die magnetischen Pole aufmerksam, deren Lage veränderlich ist, und die nicht mit den Rotationspolen zusammenfallen; diese Punkte bilden das Maximum der Winterkälte und, weil der Sommer kaum davon berührt wird, das Minimum der Temperatur. Rückt nun der Magnetpol binnen einigen Jahrtausenden vom bothnischen Meerbusen nach der Lena, so erklärt sich zum Theil daraus die nun mildere Temperatur Schwedens und die rauhere Sibiriens. *)

*) Westermann's illustr. Monatshefte, Oct. 1867.

864. Nach Hirsch hat die secularäre Veränderung der Bahnelemente der Erde fast keinen Einfluß auf die ganze Temperatur des Planeten, kaum auf die Mitteltemperatur der verschiedenen Zonen, wohl aber auf Vertheilung der Temperatur auf die verschiedenen Jahreszeiten und die Entfernung der Extremtemperaturen, die in ihrer höchsten Steigerung für die betreffende Halbkugel um mehr als 30° die gegenwärtige übertreffen können, was immer noch nicht zur Erklärung der Wärme der Polargegenden in paläontologischer Zeit und ebenso wenig der Kälte der Eiszeit hinreichen würde. *)

*) Bulletin de la société des sc. nat. de Neuchâtel, 10. Janv. 1867.

865. Die Eiszeit davon herzuleiten, daß das Sonnensystem (mit der Erde) bald wärmere, bald kältere Gegenden des Raumes passire, ist unstatthaft. Die Temperatur des Weltraumes gleicht sich aus; es läßt sich nicht absehen, warum eine Gegend wärmer als die andere sein soll; auch das Passiren durch sternreichere oder sternärmere Gegenden würde kaum eine merkliche Erhöhung oder Erniedrigung der Wärme herbeiführen können. Pouillet gibt zwar die strahlende Wärme, welche die Erde von den Fixsternen erhält, zu fünfsechstel der Sonnenwärme an, aber das glaube wer kann!

866. Eher ist mir noch wahrscheinlicher, daß bedeutende Temperaturänderungen auf der Erde durch Modificationen des Verbrennungsprocesses auf der Sonne entstehen können. Findet zeitweise eine bedeutende Vermehrung oder Verminderung der auf die Sonne stürzenden Meteore und Kometen statt, so muß Licht- und Wärmeentwicklung der Sonne sehr afficirt werden. Gesäßen sich einer Verminderung des solaren Verbrennungs-

processes etwa auch noch Spaltungen und Gebirgserhebungen der Erde zu, wodurch Wärme entweicht, so muß die Temperaturverminderung einen sehr bedeutenden Grad erreichen. — Für sehr nördliche Gegenden wird allerdings schon Abschließung warmer Meeresströmungen höchst empfindlich wirken. Würde z. B. die Behringsstraße durch Erhebung geschlossen, so könnte ferner kein wärmeres Wasser in das Polarmeer gelangen und das Eis würde sich dort bergehoch aufhäufen.

867. Die Eiszeit, am Ende der Tertiärperiode eintretend, vielleicht Jahrhunderte, selbst Jahrtausende während (in Nordamerika ist die Ablagerung der erratischen Blöcke schon während des Pliokäns vor sich gegangen), muß durch Einflüsse herbeigeführt worden sein, die auf die ganze Erde wirkten. Man findet ihre Spuren von den Pyrenäen und britischen Inseln bis Sibirien und bis zum Himalajah und hier die ausgebrehtesten Gletscher; in Sikkim sah Hooker Mais wachsen auf riesigen Moränen aus jener Zeit. Ferner in Neuseeland und der Südspitze Neuholands. In Nordamerika auf der Ostseite herab bis zu 36° , der Westseite bis 46° nördl. Br.; in den Rocky-Mountains liegen erratische Blöcke. Dann in den Cordillären, im äquatorialen Südamerika, in Chili und weiter südlich zu beiden Seiten des amerikanischen Continents.

868. Während der Eiszeit waren Nordamerika, Nord- und Mitteleuropa von großen Eismassen bedeckt. Die Gletscher, welche zum Theil bis an das Meer reichten, furchten die Gesteine unter ihnen und trugen die nördlichen Blöcke auf ihrem Rücken bis nach England, Schlesien, dem Harz. Das Meer bedeckte in dieser Zeit Norddeutschland mit bis 250 Fuß mächtigen Sand- und Lehmassen, und dieses Meer hing mit Nord- und Ostsee zusammen, England mit dem Continent, da der Ärmelcanal noch nicht gebildet war. Die Alpen waren wahrscheinlich höher als jetzt, und der Raum zwischen ihnen und dem Jura war mit Gletschern erfüllt, auf denen die erratischen Blöcke der Alpen auf den Jura gelangten. Der Rhonegletscher stieg damals am Jura bis 2000' über den Neuenburgersee empor, und an einigen Stellen drang das Alpeneis bis nach Frankreich vor. Die erratischen Blöcke der Schweiz, welche aus Granit, krystallinischen

Schiefeln oder Kalk bestehen, sind — mit Ausnahme einiger räthselhaften — sämmtlich durch Gletscher transportirt worden. In der höchsten Entwicklung der Eiszeit war auch das Mittelmeer kalt; die Moränen der damaligen Gletscher, auf welchen nun die Cedern des Libanon wachsen, stiegen bis 4000' unter die Gipfel dieses Gebirges herab; jetzt liegt selbst auf dem 10,200' messenden höchsten Gipfel kein Schnee mehr. (Hooker.) Die jetzigen Gletscher auf Neuseeland reichen nach Hochstetter bis 600' über dem Meerespiegel herunter und sind von üppigen Baumbarrn umgeben; in der Eiszeit reichten sie bis zum Meere herab.

869. Die erratischen Blöcke wurden seltener durch schwimmende Eisberge, meist durch Gletscher transportirt, wie Plaffair zuerst aussprach und in der Schweiz zuerst Bené klar erkannte. Die scandinavischen Blöcke gingen nach sehr verschiedenen Richtungen, die meisten südwärts, an die norddeutsche Küste, manche nach dem Eis- und weißen Meere u. In Massachusetts reichen die Züge der wandernden Blöcke bis zum 42° nördl. Br.; auch in Brasilien fand Agassiz solche.

870. In einigen Gegenden der Westschweiz finden sich Irrblöcke von einem rothen Granit, der in den Schweizeralpen gänzlich fehlt. Einer der größten dieser Blöcke, nach Studer von ganz unbekannter Herkunft, welche im Gegensatz zu den anderen, aus den Alpen stammenden edigen, abgerundet sind, was auf Rollen hindeutet, liegt im Hablerenthal und hat (nach Murchison) einen Kubikinhalt von wenigstens 400,000 Kubikfuß. — Manche erratische Blöcke weit auseinander liegender Länder tragen übereinstimmende Einschnitte und Zeichen, welche auf gemeinsame Gewohnheiten uralter unbekannter Völker deuten und daher archäologisch wichtig sind.

871. In der Nordsee haben seit Beginn der Eiszeit abwechselnd Hebungen und Senkungen stattgefunden; es gab wenigstens einmal eine Zeit, wo Schottland mit Scandinavien zusammenhing, und zweimal eine solche, wo Irland, England und Frankreich in Verbindung standen. Scandinavische Pflanzen und Thiere waren nach England gewandert und zogen sich wieder zurück; zweimal gelangten die lebenden Wesen beider Reiche vom Continent nach den britischen Inseln, und bei der zweiten Ein-

wanderung kam der Mensch mit *Mammuth* und dem wolligen Nashorn oder mit *Elephas antiquus*, *Rhinoceros tichorhinus* und *Hippopotamus major*. Nach dieser zweiten Erhebung des Meeresgrundes in der Nordsee begann nochmals eine Senkung, welche die britischen Inseln wieder als solche erscheinen ließ, wie wir sie jetzt wahrnehmen. Hebungen und Senkungen von 600 bis 800' reichten schon hin, solche Wanderungen herbeizuführen. Die Zeit des zweimaligen Hebens und Senkens wird auf 224,000 Jahre berechnet. (Ehell.) Der Mensch ist, wie man glaubt, vor dem Schluß der zweiten Erhebung nach Europa gekommen.

872. Ehell nimmt für Europa in der nachplöänen Zeit folgende — sehr langsam verlaufende — Aenderungen an: 1) Continentalperiode; das Festland war ausgebehnter als jetzt und erhob sich etwa um 500' höher als gegenwärtig über dem Meere. 2) Durch Senkung wurden viele Landtheile als Inseln vom Continent getrennt. Es trat die sogen. Eiszeit ein. 3) Zweite Continentalperiode durch Hebung, Vereinigung vieler Inseln mit dem Festland, Gletscher sehr ausgebehnt. Der Mensch ist da und mit ihm *Elephas antiquus*, *Rhinoceros hemitoechus* und *Hippopotamus major*. 4) Durch Auswaschung und locale Aenderungen des Niveaus lösen sich Inseln ab. Immer mehr bildet sich der gegenwärtige Zustand aus.

873. Manche nehmen zwei oder selbst mehrere Eiszeiten an mit Zwischenperioden von milderem Klima; die Schieferknochen von Ugnach im Canton Zürich, welche die noch gegenwärtig lebenden Pflanzen und Käfer enthalten, liegen zwischen zwei Reihem erraticcher Blöcke. Die erste Eiszeit erfolgte nach der Erhebung der Alpen; die zweite, spätere, stand an Ausdehnung und Dauer der ersten nach; aber das Klima von Mitteleuropa blieb nach dem Aufhören noch geraume Zeit winterlich und regnerisch.

874. Das Aufhören der Eiszeit kann man nicht von der Trockenlegung der Sahara ableiten, welche nicht einmal auf Europa eine solche Wirkung haben konnte, indem die aus ihr aufsteigenden warmen Luftmassen wegen der Ablenkung der Erde viel weiter östlich gelegene Gegenden treffen, so daß nur ausnahmsweise der warme Wind aus dem westlichsten Theil der

Sahara manchmal noch die Schweizeralpen streift, sondern das wieder eintretende mildere Klima muß durch das Aufhören der Ursachen bedingt worden sein, welche die Erkaltung herbeigeführt hatten.

875. Die Dünen der Sahara, Areg genannt, haben einen dichteren Kern von Sand, der manchmal Schichten zeigt und unverändert bleibt, während der übrige angewehrte Sand wechselt. In diesen geschichteten Sandmassen findet sich *Cardium edule* L., *Buccinum gibberulum* Lam., *Balanus miser* L., also Meeresmollusken. Die Trockenlegung der Sahara ist nach Escher v. d. L. nur nach mehreren Schwankungen und Rückgängen erfolgt. Die tertiäre Periode hatte mit der Alpenerrhebung ihr Ende; das Saharameer existierte noch in der quaternären Zeit, als der Mensch schon da war. Das Saharameer reichte wahrscheinlich von der Bai von Gabes in Tunis in einer Breite von 200—300 Stunden nach der afrikanischen Westküste. In der jetzigen Sahara zeigen sich die ehemaligen alten Meeresufer als aufeinander folgende Terrassen und Klippenreihen mit Höhlungen an ihrem Fuß und Seemuscheln. Die Verberei war damals mit Marocco, Spanien, Sicilien und Süditalien verbunden und vom übrigen Afrika durch das Saharameer getrennt. (S. 85.) Nach Marsch sind schon vor der quaternären Zeit weite Strecken der Sahara trocken gewesen, und nach Martins hätte das Austrocknen der Sahara ohne Erhebung des Bodens stattgefunden. Früher mit dem Mittelmeer verbunden, wurde das seichte Saharameer mit seiner außerordentlichen Verdunstung durch Sand, Thon und Kalkstein ausgefüllt, welche die ephemeren Vießbläse darin absetzten; dieser Sand häufte sich an der Mündung des saharischen Golfes in das Mittelmeer auf dem Grunde der kleinen Baye in Tunesien an, verengte die Oeffnung allmählig und schob endlich eine 16 Kilometer breite Düne zwischen Mittelmeer und Saharabäsen. Nun konnte das Saharameer verdunsten, bis auf die noch vorhandenen „Schotts“ oder Salzseen.

876. Mit der Eiszeit waren jene großen Fluthungen verbunden, die man unter dem Namen Diluvium zusammenfaßt.

Es bildeten sich die großen Massen von Felschutt, Kies, Sand, Lehm, welche die Felschichten bedecken und oft ganze Thäler ausfüllen, sich manchmal zu Hügeln und Wällen aufthürmen, Humusreste und die Knochen der Thiere und wenige Pflanzen einschließend, welche noch zu Ende der Tertiärzeit gelebt und in den Fluthen ihr Grab gefunden hatten; doch sind in den Diluvialgebilden wohl in Folge der stürmischen Bewegungen organische Reste selten. Diese Gebilde wurden im Meere abgelagert oder in Meeresbuchten; die der Alluvialzeit, welche viel geringer und weniger weit verbreitet, mehr localer Natur sind, am Strande, an Flüssen und Landseen.

877. Nach der Diluvialzeit erhielt Europa seine jetzige Gestalt. Aller Zusammenhang mit Amerika wurde durch das Versinken jener Inselgruppe, vielleicht jenes Continents aufgehoben, den man Atlantis genannt hat; das pannonische Meer verschwand, das kaspische und schwarze erhielten ihre jetzige Begrenzung; die Hebung Vorderasiens hob die Verbindung zwischen dem Mittelmeer und den östlichen Meeren auf. Die organische Schöpfung nahm nach dieser stürmischen und vernichtenden Zeit einen andern Charakter an und mußte in Europa, da ein Zusammenhang mit Amerika nicht mehr da war, wesentlich aus asiatischen Elementen sich aufbauen. Früher war das Mammuth in Europa, Asien und Amerika da, der amerikanische Moschusochse kam auch in England und Preußen, das Pferd auch in Amerika vor. In Europa lebten auch *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros megarhinus*, *Antilope torticornis*, *Hyaena brevirostris*, mit deren Knochen das Vorkommen menschlicher sehr zweifelhaft ist. Mit der Eiszeit gingen die Thiere und Pflanzen wärmerer Länder zu Grunde, die nordischen und die Bergthiere, z. B. das Murmelthier, zogen sich immer mehr südwärts und in die tieferen Gegenden.

878. Höchst wahrscheinlich hat der Mensch doch schon vor der Eiszeit existirt. Man findet Knochen von ihm und sehr rohe Kunstproducte aus Thon oder Stein mit Resten von *Elephas primigenius* und *antiquus*, *Mastodon*, *Rhinoceros tichorhinus* und *leptorhinus*, *Hippopotamus major*, *Cervus megacerus* u. im Elß, den oft mächtigen Ablagerungen des

Schlammes, der beim Schwinden der Gletscher aus dem Eise frei wurde. Dieser sandige und thonige Schlamm scheint auch zahlreiche Höhlen erfüllt zu haben. Nach der Eiß- und Höhlenzeit starben die Elephanten, Nashörner, Flußpferde und Höhlenlöwen aus. Seit der Ablagerung des Eiß und der Bildung des Canals La Manche mögen 90—120,000 Jahre verflossen sein. Schwerlich ist die Meinung von Fraas gegründet, daß das Ende der Eiszeit (oder der letzten, wenn es mehrere gab) noch in die historische Zeit falle, etwa in die Blüthe des babylonischen Reichs. — Die Bronzezeit mochte vor etwa 6000 Jahren begonnen haben, der Anfang der europäischen Steinzeit und der Pfahlbauten ist unbekannt.

879. Alles arbeitet auf die Verflachung der Erde hin, und die Erhebungen halten damit nicht gleichen Schritt, so daß man glauben könnte, in einer fernen Zukunft müßte der Ocean die ganze Erdoberfläche wieder bedecken. Die Gebirge haben durch die zerstörende Wirkung der Atmosphärilien, der Stürme, des Frostes, der Gewässer, der Erdbeben schon viel von ihrer Höhe eingebüßt; ihre Zinnen sind zerfressen und zerklüftet, und an der Stelle gewaltiger Berge liegen, wie im Riesenz-, Erz- und Fichtengebirge, in manchen Gegenden Schwedens, am Karst bei Triest, an manchen Vulkanen Amerikas und der indischen Inselwelt, ungeheure Trümmerhaufen. Unzählige Thäler und Landseen sind bereits verschwunden, und nach dem Naturgesetze müssen nach und nach alle verschwinden. Durch den niederfallenden Schlamm wird der Boden der Seen zu einer vollkommenen Ebene, und diese steigt immer mehr zum Niveau des Wasserpiegels empor. Die Küsten haben vielfache Veränderungen erfahren, zahlreiche Wälder wurden durch Einreißen der oft höheren Dämme übersfluthet oder kamen durch Senkung des Bodens unter Wasser. Der Jahdebusen entstand seit 1218, der Dollart 1277, die Stadt Torun in Friesland mit 50 Märkten, Dörfern und Klöstern verschwand 1539 in den Meeresfluthen.

880. Offenbar hat auch durch locale Verhältnisse das Klima mancher Länder sich geändert, sonst rauhe Länder sind

milder, früher fruchtbare, wie die Euphratländer, sind öde geworden. Fraas behauptet für Aegypten und Palästina eine bedeutende Klimaänderung und damit auch Aenderung des Lebens und der Sitten. Es war früher die Wüste nicht da, die Länder waren wasserreicher. In der nun aufgedeckten ältesten Todtenstadt der Erde, Saqára, zeigen die Wandgemälde auf ein patriarchalisches Stillleben hin; vom Kameel ist nirgends eine Spur, denn die Wüste bestand noch nicht. Es ist keine Hindeutung auf kriegerisches Leben und sehr wenig religiöses Ritual. Ganz anders als in dieser alten Zeit von Saqára und den Pyramiden war die Lebensanschauung zur Zeit des thebanischen Aegypten, genommen aus den Königsgräbern von Dárna und Mebnet Habu (3000 Jahre v. Chr.), wo die Priesterchaft Meister geworden ist, Isis und Osiris die Wände schmücken, der Priester die Prüfungszeit der Seele abkürzen kann. Das Klima hat sich mit der Wüste so geändert, daß im heutigen Aegypten keine geistige Energie mehr möglich ist, selbst der Europäer erschläft. — Der Verf. will im ganzen Sinai Moränen und Erosionen gefunden haben. *)

*) Aus dem Orient, geolog. Beobachtungen, Stuttgart 1867.

881. In den stark bewohnten Ländern wird durch den Einfluß des Menschen das Ansehen der Natur nicht immer vorthellhaft verändert. „Zunehmende Bevölkerung und Bebauung des Bodens“, schreibt ein Naturforscher von Java *), „vernichtet die Schönheit der Natur; Einförmigkeit tritt an die Stelle der Mannigfaltigkeit und malerischen Abwechslung. Die herrlichen blüthenreichen Gebüsch, die mit Waldgruppen abwechseln, von so vielen Thiergestalten belebten Grasfluren werden durch das in Mitteleuropa vorherrschende Floragebiet, durch den einförmigen häßlichen Acker verdrängt, auf dem man nichts erblickt als durch die Cultur verdorbene langweilige Menschen, die sechs Tage in der Woche pflügen, die Natur ausroben, des Sonntags in die Kirche gehen, geboren werden und sterben.“ *)

*) Jung huhn, Java 2c., I, 461.

III. Das Reich der Mineralien.

882. Die Feste der Erde wird durch die Mineralien dargestellt, in welche sich die allgemeine planetarische Substanz differenzirt hat. Die geognostischen Formationen bestehen größtentheils aus zusammengesetzten Mineralien, in welche die sogen. einfachen in weit geringerer Masse eingelagert sind.

883. Eine organische Natur wurde nur durch die Sonne möglich, die Mineralwelt ist durch den tellurisch-chemischen Proceß entstanden und die Erde hat in ihr Alles erzeugt, was sie allein durch eigene Kraft erzeugen konnte. Darum richtet sich die Verbreitung der Mineralien nicht nach geographischen Verhältnissen und es können überall ähnliche oder gleiche Mineralien vorkommen.

884. In früher Urzeit schon traten im Erbinnern Stoffcombinationen und Krystallbildungen aller Art in ungeheurer, die Gegenwart weit übertreffender Intensität und Ausdehnung ein. Als das Gewässer entstanden war, griff es alsobald mächtig in diese Vorgänge ein. In dem gährenden Magma entstand ein allgemeines Suchen und Fliehen, Anziehen und Abstoßen, Mischen und Entmischen, Verbinden, Sättigen und Auflösen, bis sich das Verträglichste gefunden, alle Gegensätze erfasst und durchdrungen hatten und aus der chaotischen Indifferenz die entschiedenen und geordneten Stoffcombinationen und Mineralformen entstanden waren, denn auch hier schwebte der Geist über dem Chaos.

885. In der Mineralwelt will die Erde in sich die himmlische Welt nachbilden; die Mineralien, in Dichtigkeit und Schwere, in physikalischen und chemischen Merkmalen verschieden wie die

Himmelskörper, entwickeln Feuer bei der Verbrennung, nehmen Licht auf und strahlen es wieder von sich. Die Krystalle der Edelsteine und Metalle sind die Sterne im dunkeln Schooß der Erde, aber zugleich auch dessen Knospen und Blumen.

886. Das Alterthum hat ihnen außer den damals (und uns jetzt) bekannten Kräften noch verborgene und feinere zugeschrieben und dieser Glaube findet auch jetzt noch seine Vertreter, so schwer er wissenschaftlich zu rechtfertigen sein mag. — Arzneiliche Kräfte besitzen die Mineralien in reicher Fülle.

887. Es spricht sich auch in ihnen eine gewisse Universalität aus, sie zeigen alle Farben, alle Grade der Durchsichtigkeit, Härte, Schwere 2c. Aber durch sie geht der Zug der Nothwendigkeit und zwingenden Tiefe, es kommt zu keiner Innerlichkeit und Selbstbeziehung; ihre Formen sind eckig, von Kanten, Ecken und geraden Flächen begrenzt. Als Formen der schweren greifbaren Materie, in ihrer Verschllossenheit, Härte, Starrheit und Unbeweglichkeit, bilden sie einen entschiedenen Gegensatz zu den weichen und beweglichen Organismen. — Wie jetzt die Steinkohlen, so könnten einst die ungeheuern Mineralmassen des Erdkörpers bestimmt sein, vom Menschen aus ihrer Erstarrung geweckt, umgewandelt und seinen Zwecken dienstbar gemacht zu werden.

888. In den organischen Wesen ist die Substanz der Form und dem Bestehen des Ganzen untergeordnet, welches sich im steten Wechsel der Substanz erhält. Im Mineral ist der spezifische Stoff das Wesentliche; mit seiner Aenderung hört das Mineral auf, dieses bestimmte zu sein. Der Krystall hat seine Existenz nur als Individuum, nicht als Träger der Artidee, wie das organische Wesen, welches eben deshalb seine Art fortpflanzen kann.

889. Der Artbegriff der Mineralien läßt sich kaum mit dem der organischen Wesen vergleichen, welcher in der Fortpflanzung seine Hauptstütze hat und durch sie sich erhält. Man kann im Mineralreiche die Art nur „als den Inbegriff von Mineralien definiren, welche gleiche Krystallisation und gleiche oder gleichmäßige chemische Constitution haben“. (Fuchs.) Die binären Verbindungen sind fester, die Mineralien daher viel schwerer zerförbar, als die organischen, aus zahlreichen Elementen gebildeten

Körper, deren leichtere Zerfetzbarkeit freilich auch die stete Umbildung möglich macht, welche der Lebensproceß erfordert.

890. Obschon aber die Gesteine gänzlich leblos, erstarrt und ruhig zu sein scheinen, so sind doch auch in ihnen wirksame Kräfte. Ihr Verhalten gegen das Licht, ihre Farben, ihr charakteristischer Glanz, der als Glasglanz, Perlmutter-, Seiden-, Fett- und Metallglanz innig mit ihrer besondern Natur zusammenhängt 2c., setzen Wechselwirkung mit demselben voraus, sie entwickeln ferner Electricität und Magnetismus, ihre Theilchen halten durch die Cohäsionskraft zusammen und sind doch der Wärme- und Tonschwingungen fähig. Die Cohäsionsverhältnisse sind in einigen Mineralien am selben Stücke ungleich; der Disthen zeigt an manchen Stellen die Härte des Flußspathes, an anderen des Quarzes, und die Eigenschaft mancher Magnete, mehrere Pole zu haben, beruht vielleicht auf Verschiedenheit der Cohäsion. Manche Steine zeigen schönes Farbenspiel; in blauem Lichte schimmert der Aular, in Regenbogenfarben glänzen Labrador und Opal, wobei man wieder Irisiren und Opaliren unterscheidet. Wie reizend sind die optischen Erscheinungen an geschliffenen Amethystplatten!*) Mancherlei Phänomene entstehen bei krystallisirten wie amorphen Mineralien durch fremdartige Bestandtheile in der Substanz, welche die Ordnung der Theilchen und die regelmäßige Bewegung des Lichtes stören.

*) Haibinger in seinen Berichten V. 4.

891. Die meisten Mineralien scheinen aus flüssigen Lösungen hervorgegangen zu sein, eine große Zahl ist durch Schmelzung oder aus dem gasförmigen Zustande durch Sublimation entstanden. Manche Gesteine sind fast ganz aus zusammengebackenen Thier- oder Pflanzenschalen gebildet, die Polirschiefer z. B. aus Diatomeenschalen, welche auch die aus den Polirschiefeln entstandenen Halbopale noch erkennen lassen. Technik und Chemie erzeugen viele Mineralien unabsichtlich, wie z. B. die krystallisirten Hüttenproducte, oder absichtlich durch Synthese, welche zum Theil in der Natur nicht existiren und deren Entstehung ein Licht auf die Vorgänge in der Natur wirft, durch welche es unter Anderem gelungen ist, die Spinellreihe zu vervollständigen. (Gurlt.*)

*) Uebersicht der pyrogeneten künstlichen Mineralien, Freiburg 1857.

892. Die Mineralien können unbestimmt in ihrer Gestalt, amorph sein, oder sie können regelmäßig geformte Körper, Krystalle darstellen. Der Amorphismus beruht wohl darauf, daß die Moleküle keine regelmäßige Anordnung haben; er tritt namentlich bei zu rascher Erstarrung ein. Die amorphen Körper zeigen die gleichen physikalischen Eigenschaften in allen Richtungen. In den Krystallen werden wohl die Schwingungen der Moleküle nur in der Richtung der Axen oder Spaltungsflächen erfolgen können, in den amorphen Körpern nach jeder Richtung.

893. Man hat die Krystalle die Individuen des Mineralreichs genannt und sie den Zellen der Pflanzen- und Thierkörper verglichen. Die organischen Zellen nehmen wahrscheinlich ihren Ursprung von einem Molekül, um das sich andere lagern und so zuerst den Zellkern darstellen; möglicherweise nimmt auch der Krystall von einem Centralmolekül seinen Ursprung. — Die Materie, der bloßen Krystallkraft folgend, schießt polhedrisch an; die organische Kraft erzeugt runde Formen. (Polhedrische Zellen, noch im Pflanzenreiche sehr häufig, kommen bei Thieren nur in niedrigeren, vegetativen Gebilden, den Membranen, vor.)

894. Krystallisation, ein wunderbarer Vorgang, ist den Mineralien so wesentlich, daß man sie als das Reich der Krystalle bezeichnet, daß man Krystallisation und organisches Leben für unverträglich erklärt und die Behauptung aufgestellt hat, jeder unorganische Körper, der in das organische Reich übergehen wolle, müsse seine Krystallform ablegen. (Fuch s.) Aber es sind doch nur eine gewisse Anzahl organischer Substanzen constant amorph und scheinen gar nicht krystallisiren zu können: so die Thiergallerte, die Harze und Gummarten.

895. Das den Stoffen einwohnende Streben, regelmäßige Formen anzunehmen, äußert sich fast nur im Flüssigkeitszustande; hier ordnet sich die Materie nach geometrischen Schemen, indem sie sich zugleich verdichtet. Von den Strömungsrichtungen der den regulären Körper bildenden Substanz hängt es ab, daß derselbe in jener oder dieser Richtung spaltbar erscheint. In den Krystallen hat jenes Streben seine Verwirklichung erlangt, erscheint in ihnen fixirt. Die Verschiedenheit der geometr. Schemen resultirt aus der Natur der Stoffe und ihrer Verbindungen.

Würde jener Bildungstrieb nicht durch Hindernisse gestört und wären über ihm nicht noch höhere Potenzen wirksam, so würde die ganze Materie zu Krystallen erstarren. In manchen Thieren krystallisirt das Skelet schon bei lebendem Leibe, wie denn der Seeigelftachel beim Entzweibrechen den schimmernden Blätterbruch des Kalkspaths deutlich zeigt. (Quenstedt.) In der Haut mancher Mollusken entwickeln sich schon während des Lebens zahllose Aragonitkrystalle, die sich später in solche von Kalkspath umwandeln. Auch in Pflanzen bilden sich häufig Krystalle.

896. Krystalle mit unvollkommener Ausbildung nennt man wohl Krystalloide, und unterscheidet, wenn drei Dimensionen annähernd gleich sind, isometrische, wenn nur zwei oder eine vorherrschen, lamellare (blatt- oder schuppenförmige) oder lineare (Nadeln, Fasern, Haare.)*)

*) Koenig, Elemente der Petrographie, Leipzig 1868.

897. Die Bildung der Krystalle beruht auf einer unsichtbaren von innen herausbildenden Kraft, Ergasie, wie man sie genannt hat, welche auch Störungen auszugleichen sucht. Nicht Cohäsion und andere physikalische Kräfte allein erklären die Krystallbildung, besonders die dendritische, sondern ein Bildungstrieb, der bereits mit dem vegetabilischen Verwandtschaft zeigt. In der That hat man für die Krystallbildung noch keine mechanisch erklärende Theorie aufzustellen vermocht. Zwar schreibt auch Schrauf:*) „Nicht Leben liegt in den leblosen Gebilden der Chemie und Mineralogie, bloß die Gesetze der Natur in ihrer abstracten Form; gleichwie die Welten leblos in ihren Bahnen dahin kreisen, ein Zeugniß gebend von der Allmacht der Gesetze, so haut sich still und geräuschlos aus den Atomen ein Krystall in der leblosen Welt.“ Wahrer sagt aber Quenstedt: „Die Krystallisationskraft ist im Stande, den trügsten Stoff zu besiegen. Sie übt die erste ideelle Herrschaft über die Materie. Obgleich von ihr getragen, steht sie doch über ihr, denn es ist für viele Formen fast gleichgültig, ob diese oder jene Basis vorhanden sei, eine kann die andere vertreten, man heißt das Isomorphismus.“

*) Lehrbuch der physikal. Mineralogie, 1. Bd.: Lehrbuch der Krystallographie und Mineral-Morphologie. Mit 100 Holzschn., Wien 1866.

898. Die Erscheinungen bei der Krystallbildung sind ganz

verschieden von einer bloßen Juxtaposition. Die Schneeflocken zeigen sternförmige, die Dendriten des an den kalten Fenstern gefrierenden Wassers und ganz besonders die Dendriten des Goldes, Silbers (Dianenbaum), Kupfers, Eisens, Mangans zeigen Flechten-, Moos-, Algenformen. (Auch die elektrischen Figuren deuten auf gewisse organische Formen hin. Bärclappsaamen, auf eine Harzplatte gestreut, durch welche man einen elektrischen Funken schlagen läßt, nimmt algen- und laubmoosähnliche Figuren an, nach Dersted. Meinte ja Whewell, daß bei der Bestimmung der Pflanzenformen elektrische Kräfte gewirkt hätten.)

899. Seit Haüy glaubte man die Einsicht gewonnen zu haben, daß die chemische Beschaffenheit der Bestandtheile die Krystallform bedinge; mit der Entdeckung des Isomorphismus durch Mitscherlich zeigte es sich, daß diese vielmehr in der Zahl der Atome und der Art ihrer Gruppierung begründet scheint, somit, wenn diese dieselbe sei, sehr verschiedene chemische Substanzen gleiche Krystallform annehmen können. Der Aragonit gehört dem rhombischen Krystallsystem an und seine Krystallform stimmt im Ganzen mit der des kohlensauren Baryts, des Strontianits und Weißbleierzses überein, wie jene des Kalkspathes mit der Krystallform des Eisenspathes, Manganspathes, Zinkspathes und Magnesits, so daß der kohlensaure Kalk, der als Aragonit oder Kalkspath auftreten kann, welche gegeneinander dimorph sind, zwei isomorphe Gruppen von Mineralkörpern umfaßt. Es ist nicht zu leugnen, daß die Entdeckung des Isomorphismus und Dimorphismus der atomistischen Lehre zu einer Stütze geworden ist. Die Behauptung jedoch, daß damit auch jeder Zusammenhang zwischen der chemischen Beschaffenheit und Krystallform aufgehoben sei, ist viel zu weit gehend.

900. Ampère und Delafosse glaubten an ein bestimmtes Verhältniß zwischen der Zahl der Atome und der Zahl der die Ecken und Kanten der Krystalle bildenden Theilchen, — eine unhaltbare Ansicht. Nach Kopp haben einfache oder zusammengesetzte Mineralstoffe von gleichem Atomvolumen ähnliche Krystallsysteme, und Meigs mit Hinsicht darauf, daß die Wärme bei allen chemischen Processen eine wichtige Rolle spielt, läßt zwischen Krystallformen und Atomwärmen eine innige Beziehung bestehen.

Mitscherlich und Frankenheim beobachteten, daß Temperatur, Flüssigkeitsgrad, Form und Mischung sich berührender Körper über das eine oder andere System entscheiden, nach welchem ein dimorphes Mineralgemisch krystallisirt.

901. „Die geometrischen und mechanischen, möglich einfachsten Gleichgewichtslagen der Moleküle können durch Molecularlinien ausgedrückt werden, welche gleichzeitig auch die Wachstumsrichtungen des Krystalls sind, d. h. Richtungen, nach welchen eine maximale Anziehung der Atome sich bemerkbar macht. Im regulären System sind diese Molecularlinien oder Wachstumsrichtungen identisch mit jenen Symmetrielinien, welche man als oktaëdrische Hauptaxen, als trigonale und rhombische Zwischenaxen unterschieden hat. Da dieselben Atome bei gleicher oder wechselnder Anzahl verschiedenartige Moleküle bilden können, so ist auch denkbar, daß jede Substanz in jedem Systeme krystallisiren könne. Daß die Pleomorphie factisch nicht in diesem Umfange, höchstens als Trimorphie erscheint, beruht in der Constanz der besonderen Bedingungen, unter denen sich Krystalle zu bilden pflegen. Die Gleichgewichtslagen der Moleküle in einem Krystall sind veränderlich. In Folge dessen auch die Wachstumsrichtungen, wie sich das durch den Versuch und die Beobachtung an künstlich hergestellten und natürlichen, discontinuirlich ausgebildeten Krystallen nachweisen läßt. Krystalle, welche in der Richtung von einer Art von Axen gewachsen sind, können nicht gleichmäßig weiter wachsen in einer Lösung derselben Substanz, wenn diese eine andere Wachstumsrichtung bedingt; auch können unter so verschiedenen Bedingungen isomorphe Körper sich eben so wenig mischen als übereinander fortwachsen. Die Isomorphie ist also auch durch gleiche Wachstumsarten bedingt. Die Zwillingbildung steht mit der Wachstumsart der Krystalle in directem Zusammenhang und die Zwillingssaxen erscheinen als Molecularlinien; dagegen ist es bis jetzt noch nicht gelungen, ein einfaches Abhängigkeitsverhältniß zwischen den Wachstumsrichtungen und der Spaltbarkeit der Krystalle zu erkennen.“ (Knop.*)

*) Molecularconstitution und Wachstum der Krystalle, Leipzig 1867.

902. Wirkt der Magnetismus auf Krystalle ein, so stellt sich ihre optische Axe wie in verlängerten diamagnetischen Körpern

quer oder senkrecht mit der Linie der magnetischen Kraft; sind zwei optische Axen da, so stellt sich die Diagonale eines auf diese beiden Axen construirten Parallelogrammes diamagnetisch. Hängt man einen Cyanitkrystall beweglich auf, so stellt er sich in die Richtung des Erbmagnetismus, wie eine Magnetnadel. (Grove.)

903. Mißbildungen entstehen bei den Krystallen wie bei den Pflanzen und Thieren durch eine Disharmonie der bildenden Kräfte, oder durch Störungen von außen, oder durch anomale Beschaffenheit des aufzunehmenden Bildungstoffes. Selbst beim Zersetzen der Krystalle ist die bildende Kraft noch wirksam und gestaltet manchmal unter und neben den absterbenden Individuen neue Krystalle aus der Substanz von jenen. Dieses Zersetzen der Krystalle ist nicht bloß ein chemischer Proceß, sondern hat Verwandtschaft mit dem Sterben organischer Wesen.

904. Die bei ihrer Bildung wirksamen Kräfte sind theils von den chemischen und physikalischen Verhältnissen abhängig, anderentheils beherrschen sie dieselben. Deshalb kann dieselbe chemische Verbindung verschiedene Krystallformen annehmen, indem die Atome zu verschieden gestalteten Molekülen zusammentreten, und dieselben Krystallformen können bei ganz abweichenden chemischen Verbindungen vorkommen. In manchen Fällen haben Cohäsionszustand, Wärme und Elektricität bedeutenden Einfluß auf die Krystallbildung; z. B. der Schwefel krystallisirt aus einer Auflösung in rhombischen Pyramiden, nach der Schmelzung in monoklinödrischen Säulen.

905. In anderen Fällen disponirt die bildende Kraft auch über die Elektricität und den Magnetismus, determinirt die verschiedenen Stellen eines Krystalls polarisch. Jene Kraft ist eigenthümlicher Art, stereometrisch wirkend. Der Chemismus leitet ihre Thätigkeit ein, die oft plötzlich erfolgt; auch der Schneckenbedel, die Eierschale entstehen plötzlich. Bei der Entstehung des Dianenbaumes strömt die Silberauflösung bald hier bald dort hin, ruht, strömt von neuem; wenn der Wasserbunt am Fenster gefriert, so sieht man das Fortlaufen und Ausbreiten der Krystallisation, bis zur Vollenbung der dendritischen Figuren. In anderen Fällen scheinen Krystalle Jahrhunderte, ja selbst

Jahrtausende hindurch zu wachsen. (Quenstedt in „Sonst und Jetzt“.)

906. Die Krystallisation potenzirt, veredelt die Substanz; krystallisirte Mineralien sind in der Regel härter, schwerer löslich, glänzender, durchsichtiger, zugleich schwerer, dichter als amorphe; krystallisirte Kieselsäure wiegt $2,6$, amorphe (Opal) $2,2$. Die schwarze dunkle Kohle wird zum leuchtenden Diamant, die Farben und sonstigen Verhältnisse zum Lichte verändern sich. Die Elasticitätsverhältnisse des Aethers sind in den Krystallen nicht nach ihren Dichtigkeitsverhältnissen orientirt. Dann findet noch Dispersion der optischen Azen statt, wie z. B. im mellithsauren Ammoniak die Elasticitätsazzen des Aethers verschieden für verschiedene Farben liegen; der Azenwinkel für rothes Licht ist fast gleich groß wie der für violettes und die beiden Azenebenen schneiden sich rechtwinklig. Wahrscheinlich hängt die Dichte und Gestalt der Krystalle von der Form, das optische Verhalten hingegen von der innern Beschaffenheit der Moleküle ab. Die mechanischen Kräfte, welche die regelmäßige Anordnung der Moleküle zur symmetrischen Krystallform herbeiführen, bestimmen dadurch zwar mittelbar auch die optischen Hauptrichtungen, aber diese sind doch Größen einer anderen Ordnung. (Grailich.)

907. Das oxalsaure Chromoxydalkali erscheint wegen seines dunkeln Blaes in den Krystallen schwarz. Bei dünnen Krystallen kommt Pleochroismus vor; sie geben durch die mikroskopische Lupe ein in der Azenrichtung ordinär polarisirtes grünes und ein senkrecht darauf extraordinär polarisirtes blaues Bild. Bei Kerzen- oder Sonnenlicht erscheint statt des Grün ein Colombinroth. (Saibinger.) Die einen Bergkrystalle drehen nach Biot die Polarisationsebene des ihre Aze durchlaufenden Lichtes rechts, die anderen links; nach J. Herschel bestimmt der Sinn, in welchem die Trapezflächen an den plagiédriſchen Bergkrystallen herum liegen, die Richtung der Drehung. Im Amethyst sind nach Brewster rechts und links drehende Bergkryställchen vereinigt.

908. Die verschiedenen Flächen eines Krystalls entwickeln in Säuren eine verschiedene Menge von Gas in bestimmten Verhältnissen und erhalten einen verschiedenen Grad der Temperatur, die in Beziehung zu der Quantität des entwickelten Gases der

verschiedenen Flächen steht. Die Flächen, Winkel und Richtungen desselben Krystalls zeigen ungleich große Grade der Härte. In den durchsichtigen, aus compacten Fasern bestehenden Substanzen wechselt nach der Richtung der Fasern der Grad des durchgelassenen Lichtes und die Intensität der Farben im zurückgeworfenen Lichte. (Pavizzari.*)

*) Nouv. Phénomènes d. corps cristallisés. Lugano 1865.

909. Legt man einen Krystall in eine langsam krystallisirende Salzlösung, so bilden sich schnell ihm gleiche Krystalle, wobei er sogar in die Ferne wirkt, selbst wenn er mit Firniß oder Wachs überzogen ist.*) Manchmal werden alle Massentheilchen in einem weiten Gefäße zur Bildung eines einzigen Krystalls zusammengezogen. Daß die Bildung der Krystalle nach Flächen, Kanten und Ecken, also in einer dem Attractions-gesetz ganz widersprechenden Weise erfolgt, daß bald diese bald jene Form erzeugt wird, lehrt offenbar, daß aus Attractions- und Cohäsionsverhältnissen oder aus einer bestimmten Gestalt der Atome die Krystallbildung nicht erklärt werden könne. Einfache oder zusammengesetzte Mineralstoffe von gleichem Atomvolum, nämlich solche, deren Atomgewichte mit ihrer specifischen Schwere dividirt, gleiche Quotienten geben, sollen nach mehr oder weniger gleichen Krystallsystemen anschließen (Kopp), und in noch innigerer Beziehung sollen die Krystallformen zu den Wärmeatomen stehen (Weiss), aber auch hier läßt sich kein constantes Steigerungsgesetz erkennen. Schneidet man einem in Bildung begriffenen kleinen Oktaëderkrystall eine Kante weg und bildet so eine künstliche Fläche, so entsteht eine ähnliche Fläche an der entgegengesetzten Kante, während alle übrigen Kanten unverändert bleiben.

*) Wadernagel und Rastner im Archiv für die gesammte Naturlehre V, 299, 314.

910. Einige Substanzen gehen nach einiger Zeit im trockenen Zustande aus der Amorphie zur Krystallisation über, ein deutlicher Beweis, daß sich ihre Theilchen in fortwährender Bewegung befinden. Gerstenzucker, zuerst ganz hell, wird später trüb, weiß gefleckt, indem er sich zu vielen kleinen Krystallen umbildet.

911. Die chemische Beschaffenheit steht mit der Krystallgestalt nicht in einer durchgreifenden Beziehung, obschon die

einfachsten Verbindungen gewöhnlich auch nach den einfacheren Systemen krystallisiren, z. B. fast alle einfachen Mineralien nach dem tesseralen und hexagonalen. Die orgbirten und überhaupt die complicirten Verbindungen formen sich hingegen nach dem rhombischen, klinorhombischen, klinorhomboëdischen und Hexagonal-system. — Zur elektrischen Reihe scheinen die Krystallsysteme im Ganzen so in Beziehung zu stehen, daß die einfacheren den elektro=positiven, die zusammengesetzteren den elektro=negativen Körpern entsprechen. Diamant und Flußspath, chemisch total verschieden, haben gleiche Krystallform, wobei aber die innere Anordnung der Moleküle, wie das Verhalten gegen das Licht, in beiden ganz anders ist. Dann haben wieder in chemischer Verwandtschaft stehende Mineralien sehr ungleiche Krystallform. — Man hat die Krystalle wohl verkörperte Töne genannt, weil ihre Zahlenverhältnisse denen der Töne ähnlich sind.

912. Wie niedere Organismen, so lassen sich auch Krystalle nur in bestimmten Richtungen theilen (wo ihre Grundformen erhalten bleiben), wenn sie nicht getödtet werden sollen. Bleibt die Grundform erhalten, so können sie bei Vorrath von Stoff weiter wachsen und sich ergänzen, und Verletzungen heilen bei ihnen ganz wie bei Organismen, wie man beim doppelt apfelsauren Ammoniak beobachtet hat. (Pasteur.*) Können Krystalle nicht ihre natürliche Größe erreichen, so verwittern sie leicht. Anfangs geschieht das Wachsthum schneller, später langsamer und nun entstehen oft neue Individuen wie Knospen auf und an den älteren. An verletzten Stellen ist das Wachsthum rascher. Das Leben des Krystalls wird nicht durch Stoffwechsel erhalten, sondern durch die Thätigkeit seiner Theilchen, welche im Gegensatz zu den Organismen alle gleichstoffig sind, und deren Thätigkeiten nicht ineinander sondern nur zusammen greifen. Der Krystall stirbt, wenn durch äußere Einwirkungen die zusammenhaltende Kraft seiner Theilchen alterirt oder geschwächt wird. — Weil bei einem Krystall alle Theilchen in einer bestimmten symmetrischen Beziehung zur Grundgestalt stehen, so verändert ein Krystall durch Spaltung seine optischen Eigenschaften nicht, wie dieses Glas und andere amorphe durchsichtige Körper thun.

*) Poggendorf's Ann., Bb. 100, S. 155.

913. Nach Harting sind die allerkleinsten Körperchen, welche Krystalle werden sollen, so wie sie sichtbar werden, schon Krystalle und wachsen durch Ansetzung unendlich dünner Schichten, die nach ihm ebenfalls aus kleinen Krystallen bestehen. — Wie die Krystalle geformt sind, noch ehe sie bei den stärksten Vergrößerungen sichtbar werden, wobei man Körper bis herab zu $\frac{1}{3000}$ Mm. unterscheiden kann, ist unbekannt, aber wahrscheinlich sind sie von Anbeginn ihrer Bildung an regelmäßig geformte Körper. Jodkalium-Krystalle, welche im eigenen Krystallwasser und an feuchter Luft leicht zerfließen, bilden sich auch in trockener Wärme wieder von neuem und zwar kann man sie verschwinden und sich bilden machen, ohne daß im letzteren Fall von unsichtbaren Anfängen aus sie allmählig wachsen. Sie entstehen vielmehr in wenig Augenblicken, so daß die Moleküle im Moment ihrer Bewegung, im Beginn der Bildung sichtbar werden als geradlinige, dann etwas geknickte Rebellinien, die sich zusammenziehen und wie durch einen elektrischen Ruck sich plötzlich zum Würfel schließen, der sich dann noch etwas zusammenzieht. Der Beobachter sah dieselben Individuen von $\frac{1}{600}$ — $\frac{1}{500}$ “ Größe wiederholt entstehen und vergehen. Das Verschwinden geschah immer rechtwinklig von den Ecken aus, gleichfalls ruckweise. (Moeller.) In anderen Fällen schließen doch Krystalle um ein in der Mutterlauge liegendes Stäubchen oder Körnchen an. — In Beziehung auf das abwechselnde Verschwinden und Wiedererscheinen derselben Individuen ist vielleicht eine optische Täuschung, etwa in Folge der Verrückung des richtigen Focalabstandes solcher Individuen möglicherweise vorgegangen.

914. Die meisten Krystalle sind auf nassem Wege entstanden, indem das mit den verschiedensten gelösten Stoffen imprägnirte, mehr oder minder warme Wasser im Erdinnern überall hindrang, manche durch Schmelzung oder aus Gasen, die ebenfalls überall hingelangen konnten. Die fortificationsartige Streifung innen mit Amethysten ausgekleideter Achatkugeln entsteht nur durch äußerst langsame Ablagerung von Schichten aus dem Wasser, deren Brewster auf 1 Zoll bis 17,000 gezählt hat. — Die Diamanten sind vielleicht auf verschiedene Weise entstanden; die in den Lagern der Ghauts in Indien durch Krystallisation des

Kohlenstoffes auf nassem Wege, die im quarzreichen Glimmerschiefer in Brasilien eingewachsenen durch langsame Abkühlung geschmolzener Kohle. (Vogel.) Desprez verwandelte Kohle in Diamant, indem er in einem luftleeren Raume lange Zeit einen elektrischen Inductionsstrom zwischen einem Kohlenstab und einem Bündel von Platindrähten übergehen ließ, wobei sich auf den Platindrähten ein schwarzes Pulver mit kleinen Diamantkrystallen ablagerte. Wahrscheinlich war hiebei die Kohle zwischen ihrem amorphen und krystallinischen Zustand gasförmig. — Quenstedt meint, mit Hilfe der Chemie würde man einst die kostbarsten Juwelen erzeugen können.

915. Das Eis gehört dem rhomboëdrischen Krystallsystem an und zeigt polarisirt die Farbenringe der optisch und krystallographisch einaxigen Körper. Eisdecken und Eiszapfen sind aus Prismen zusammengesetzt. Die Krystallisation des Wassers klärt die anderer Mineralien auf; wie unter gewissen Umständen in einem Gefäße mit gefrierendem Wasser in der Mitte eine aus concentrischen Schalen geformte Eiskugel sich bildet, so findet man eingewachsene Kugeln von Mineralien von anderen Mineralsubstanzen umschlossen. (Vehdolt.)

916. Das Wachsthum der Krystalle ist ein bestimmt Begrenztes, manche Mineralien bringen es immer nur zu kleinen, selbst mikroskopisch kleinen Krystallen. Die Größe der Krystalle wechselt von solchen bis zu riesigen Verhältnissen, je nach den Mineralarten; es gibt Bergkrystalle, mehrere Centner schwer, und im Ural nach Quenstedt Feldspathkrystalle, von denen ein einziger einen ganzen Steinbruch aufnimmt. Große Krystalle sind Producte einer sehr langen Entwicklungszeit, während welcher zugleich die einzelnen Theilchen sich immer besser zusammenschließen, die Substanz immer gleichförmiger wird.

917. Aehnlich den zusammengesetzten Blüthenköpfchen bilden die Krystalle Gruppen (Drusen), wobei manchmal eine Bewegung zur Vereinigung der kleinen Krystalle in einen einzigen großen hervortritt, ein Kampf zwischen der Unterordnung unter die Uebermacht des Großen und dem Selbständigbleiben. Manchmal findet man beim Durchschneiden eines größern Krystalls, daß er kleinere umschlossen hält. Beim Quarz, „dem Krystall

der Krystalle“, tritt strenge Unterordnung der einzelnen unter den Gesamtkrystall auf, beim kohlenfauren Kalk herrscht die Selbständigkeit der Individuen vor.

918. Die Veränderungen der Krystallformen geschehen nach bestimmten Gesetzen, so daß alle gleichartigen Theile: Kanten, Ecken, Flächen auch gleiche Veränderungen erleiden (Gesetz der Symmetrie), oder daß im Gegensatz hiezu diagonal oder diametral sich gegenüber liegende gleichnamige Theile in verschiedener Art verändert werden (Gesetz der Polarität). Beim sogen. Hemimorphismus, wie er besonders beim Turmalin vorkommt, werden die an beiden Polen nur der Hauptaxe allein anliegenden Flächen, Kanten und Ecken auf verschiedene Weise verändert, womit meistens zugleich Polarelektricität solcher hemimorphen Krystalle gegeben ist, wobei man den negativen und positiven Pol schon äußerlich aus der Gestalt beider Enden erkennt.

919. Die isomorphen Körper haben gleiche Krystallform, gleiches Atomvolumen und gleiche stöchiometrische Formel; die homöomorphen stimmen zwar in der Krystallgestalt und Formel überein, aber sind im Atomvolumen ungleich, oder sie haben zwar gleiche Gestalt und gleiches Atomvolumen, aber eine ungleiche Formel. — Die isomorphen Körper sind nach Frankenheim doch nicht ganz gleich krystallisirt, sondern es finden kleine Unterschiede in den Winkeln statt.

920. Alle Krystallformen und die krystallisirbaren organischen Verbindungen lassen sich auf sechzehn Grundformen und sechs Krystallsysteme zurückführen, von welchen letzteren das Tesseralsystem das niederste, das klinorhomboidische das höchste ist. Weiß ging bei der Aufstellung seiner sechs Systeme von den Axen aus; Quenstedt, der diese Systeme als naturnothwendig anerkennt, aber ein von Anderen aufgestelltes siebentes (das diklinoëdrische) für eine bloße Monstrosität erklärt, geht von den Flächen aus und kommt zu den Axen.

921. Polymorphismus ist das Vermögen ganz identischer Stoffe und Verbindungen, nach mehrerlei Systemen zu krystallisiren. Dimorph heißen sie, wenn sie in zwei, trimorph, wenn sie, wie die Titansäure, sogar nach drei verschiedenen Systemen krystallisiren können. Isomorphismus heißt das Verhältniß,

wo chemisch sehr verschiedene Substanzen nach dem gleichen System krystallisiren. (Mitscherlich.)

922. Bei den sogen. Austerkrystallen, Pseudomorphosen findet man, daß an die Stelle der ursprünglich einen Krystall bildenden Substanz eine ganz andere getreten ist, die demnach in einer ihr meist völlig fremden Gestalt erscheint. (Bei den Olivinkrystallen zu Snarum bei Christiania, die zu Serpentin umgewandelt wurden, hat sich noch ein Olivintern erhalten. Quenstedt.) Manchmal erscheinen die Krystalle ganzer Gebirgsmassen mit anderer Substanz. Die pseudomorphischen Krystalle sind entweder im Innern nicht krystallinisch, ahmen aber äußerlich die Krystallgestalt eines andern Minerals nach, oder es erscheinen für sich krystallinisch gebildete Körper als Aggregate kleiner Kryställchen so vereint, daß sie zusammen die Krystallform eines andern Minerals darstellen. Die früheren Mineralien sind also zerstört worden und zwar durch Luft, Kohlensäure, Wasser, Temperatur, Licht. Das Material für die neu entstehenden liefern größtentheils die zerstörten Mineralien, andertheils Kohlensäure und Wasser: es bilden sich neue Verbindungen. Für eine Minderzahl von Pseudomorphosen wird das Material der Neubildung von anderwärts zerstörten Mineralien, gewöhnlich durch das Wasser, herbeigeführt. Zur ersten Kategorie gehören z. B. kohlensaurer Kalk nach Sahlussit oder Gypsopath, Speckstein nach Quarz, Glimmer für Wernerit oder Cordierit, Kaolin für Feldspath, magnetischer Eisenglanz und Hämatit für Eisenoxydhydrat oder Eisenspath, Malachit für Kupferkies, Weißblei für Bleiglanz. Zur zweiten: Quarz für Schwer- oder Kalkspath, Eisenkiesel oder Pyrolusit für Kalkspath, Kieselkupfer für kohlensaures Bleioryd.

923. Wenn also die Mineralien mit den Atmosphäriten oder zugeführten andern Mineralien in eine chemische Wechselwirkung treten, werden sie umgewandelt, und es werden neue Körper erzeugt. Beim Pseudomorphismus erscheint gleiche Form bei verschiedener Substanz, beim Paramorphismus oder Dimorphismus, von dem man nur zwei Fälle kennt (Kalkspath für Aragonit und Uralit für Augit), gleiche Substanz unter verschiedener Form. — Man hat Umwandlungs- und Berdrängungspseudomorphosen unterschieden. (Vischoff.)

Es soll bei ihrer Bildung die Electricität, welche sich aus dem einer Volta'schen Säule ähnlichen Schichtenbau der Erdrinde entwickelt, eine wichtige Rolle spielen und Oxydation, Anogenese, und Reduction, Katogenese der Mineralien vermitteln. (Haidinger.) Man hat die Erscheinung des Pseudomorphismus auch in einem größern und weitem Sinne sogar dahin gedeutet, daß die Mineralien überhaupt in einer gesetzmäßigen, sich immer wiederholenden Umbildung begriffen seien. (Volger.) Die Umbildungsreihe der Eisenerze soll in Zusammenhang mit den verschiedenen geognostischen Formationen stehen, für welche sie charakteristisch sind. (Haidinger.) Man spricht von einer Paragenese der Mineralien. (Breithaupt.)

924. Wenige Mineralien kommen nur amorph vor, auch innerlich ohne krystallinische Structur; so der Opal. Aus gewissen Pflanzen, z. B. dem Bambus, scheidet sich die Kieselsäure als gallertartige Masse, als ein wahrer Opal, Tabaschir genannt, aus. Ferner das Schwefelantimon und Schwefelquecksilber, letzteres als Quacksilbermoör, der schwarz ist, während das krystallinische Schwefelquecksilber, der Zinnober, roth ist. Amorphismus und Krystallisation können (nach Fuchs) nicht auf bloßer Umstellung der Moleküle beruhen; es muß eine tief in das Wesen des Minerals greifende Veränderung stattfinden, wobei die physikalischen Eigenschaften sich total ändern. Opal z. B. ist viel weicher und leichter als Quarz, löst sich schon bei gewöhnlicher Temperatur in Kalilauge auf und verbindet sich mit Aetzalkali auf nassem Wege. Der amorphe Schwefel verhält sich ganz anders als der krystallinische. Die schmelzbaren amorphen Körper lassen sich beim Schmelzen in Fäden ziehen. Das Glas, ein ausgezeichnete amorphe Körper, kann unter besonderen Umständen krystallinisch werden. Manche Substanzen lassen sich auf keine Weise im festen Zustand amorph darstellen, z. B. das phosphorsaure Bleioxyd krystallisirt beim Erstarren immer und erglüht dabei. (Fuchs.) Die kleinsten Formbestandtheile der Mineralien sind seit einem Decennium eingehend untersucht worden*) und unterscheiden sich von den Elementen der organischen Körper, den sogen. Zellen, durch den gänzlichen Mangel einer Organization, sie sind bloß Producte der gewöhnlichen Molecularanziehung

und Cohäsion. Es sind sphäroidische, ellipsoidische oder ganz unregelmäßige Körnchen oder Plättchen, Fasern, Stäbchen, Cylinder, untermischt mit fremdartigen Einschlüssen, färbenden Bestandtheilen, Hohlräumen, zum Theil mit Gasen oder Glasmasse erfüllt. Orthoklastkrystalle schließen manchmal Granitmasse ein, Quarz- und Feldspathkrystalle Porphyr, Quarzkrystalle enthalten Feldspathkrystalle und umgekehrt. Manche Mineralien zeigen ein Netz feiner Linien, Risse, Spalten, in welche Wasser einbringen kann. Es gibt Gesteine von amorpher Grundmasse und andere, die ganz aus nadelförmigen Bestandtheilen (Mikroliten) oder unvollkommenen Krystallen (Krystalliten) bestehen. Oft finden sich auch dendritische Bildungen in der Masse von Eisen-Manganoxyd etc. Die Lagerung der Bestandtheile ist oft so, daß sich auf Bewegung derselben in der ehemals flüssigen Masse schließen läßt (Fluidalstructur). Die Anwendung des polarisirten Lichtes lehrt manchmal, ob die Grundmasse glasig oder halb- oder ganz krystallinisch ist. Die schönsten Abbildungen seiner feinen Gesteinschnitte hat wohl Vogelsang gegeben.**)

*) Fischer (Prof. der Mineralogie und Geologie in Freiburg), chronologischer Ueberblick über die allmälige Einführung der Mikroskopie in das Studium der Mineralogie, Petrographie und Paläontologie, Freiburg 1868.

**) Philosophie der Geologie, Bonn 1867.

925. Die Mineralien sind, wie alles in der Zeit Entstandene, auch wieder dem Vergehen unterworfen; auch die härtesten Gesteine widerstehen der Zerstörung nicht. Quarz, Spinell „verfaulen zu Speckstein“. (Quenstedt.) Selbst das Silber widersteht nicht der Zerstörung, wenn kohlenfaures Wasser Jahrhunderte lang auf dasselbe wirkt. Die Verwitterung ist nicht immer bloß eine Zerstörung durch Temperaturwechsel und Atmosphärrisiken: man kann sie vielmehr der Gährung, der freiwilligen Zersetzung der organischen Körper vergleichen. (Fuchs.)

926. Insofern die Mineralien eine eigenthümliche große Reihe concreter Naturformen darstellen, dürfen sie nicht als bloß chemische Substanzen betrachtet und nach bloß chemischen Principien eingetheilt werden, so wenig als etwa die Thiere nach

bloß anatomischen. Beim System der Mineralien ist daher nebst der chemischen Beschaffenheit zunächst die Krystallform, dann die ganze äußere Erscheinung zu berücksichtigen, Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, dann noch Schwere, Härte, Schmelzbarkeit, Verhalten gegen das Wasser, die Electricität und den Magnetismus.

927. Die Mineralogie hat es nur mit den in der Natur vorkommenden Mineralien, die Chemie auch mit den künstlich erzeugten zu thun. Manche Stoffe kommen für sich nur als Gase vor, wie der Wasserstoff, der sich aus vulcanischen Kratern und in Salzbergwerken entwickelt; das Kohlenwasserstoffgas, welches in Kohlenwerken bei seiner Berührung mit atmosphärischer Luft als feurige Schwaden und schlagende Wetter oft so furchtbare Explosionen bewirkt; das Schwefelwasserstoffgas in Mineralwässern und Vulcanen, und eben dort das salzsaure Chlorgas oder chlornasserstoffsaure Gas.

928. Im Diamant, diesem herrlichen Naturproduct, erscheint der Kohlenstoff in Krystallen, welche unter allen Körpern die größte Härte und Sprödigkeit, ein sehr großes Lichtbrechungsvermögen, wunderbaren Glanz und unvergleichliches Farbenspiel entwickeln. Ursprung und Bildung dieses Mineralkörpers, des stärksten Isolators der Electricität, sind noch immer nicht aufgeklärt. Wie ganz anders verhält sich der Kohlenstoff im Graphit und Anthracit! Der geistvolle Naturphilosoph Snell hat das Gold dem Gemüthe verglichen, welches nicht durch die Form, sondern durch den Inhalt seinen Werth erlangt, den Diamant dem reinen abstracten Verstande, der ebenso hart und unbeugsam ist und in seiner formalen Vollendung ein göttergleiches Leben führt. Wie das Gold nur durch das Chlor, so findet der Diamant nur durch den Sauerstoff seinen Untergang. *) Schwefel findet sich gebiegen in Gyps, Mergel oder Kalk, selten sogar als Versteinerungsmittel, außerdem mit den verschiedensten anderen Stoffen verbunden.

*) Philosoph. Betrachtungen der Natur, Dresden 1839.

929. Eine große Gruppe von Mineralien hat man als Haloiden unterschieden; es sind Alkalien und Erden und deren Verbindungen mit Wasser oder Säuren oder ihrer metallischen Basen mit Chlor oder Fluor. Hieher rechnet man die sogen.

Salze des Ammoniaks, des Kalis und Natrons, der Schwer- und Strontianerde, der Kalk-, Talk- und Thonerde etc. Der Salmiak findet sich nicht selten als Erzeugniß von Kohlenbränden oder als Ueberzug auf Gesteinen und Faven oder wird in prächtigen Krystallen aus Vulkanen ausgeworfen. Der Salpeter erzeugt sich fortwährend auf manchen Gesteinen; das kohlensaure Natron überzieht oft in weiter Ausdehnung die Steppen Asiens und scheidet sich reichlich aus den Natronseen Aegyptens aus. Durch das Steinsalz (Kochsalz), das Salz aller Salze, welches namentlich im Muschellalk mächtige Lager bildet, auch aus den Steppen ausblüht und auf den Faven sich findet, bald weiß, bald rosenroth oder saphirblau oder (durch Kupfer) grün sich zeigt, hängt die Mineralwelt mit der organischen zusammen; die meisten Thiere, wie der Mensch, bedürfen es zu ihren Lebensverrichtungen.

930. Der Schwerspath oder schwefelsaure Baryt, dem Bergmann willkommen, weil er auf Gängen als Begleiter der Metalle vorkommt, zeichnet sich durch sein großes Gewicht und schöne vielgestaltige Krystallisationen aus. Der Gyps (schwefelsaurer wasserhaltiger Kalk) ist ein häufiger Begleiter des Steinsalzes, bildet oft bedeutende Lager und Stöcke; sehr rein erscheint er im Alabaster, ganz durchsichtig im Marienglas. Der kohlensaure Kalk, eines der häufigsten Mineralien, als körniger und dichter Kalk und als Kreide unzählige Gebirge und Klippen bildend, zeigt krystallisirt als Kalkspath einen Reichthum von Krystallformen wie kein anderes Mineral. Mit kohlensaurer Talkerde verbunden stellt er den Dolomit dar. Der flußsaure Kalk oder Flußspath, häufig in schönen Elementarfarben und bedeutender Durchsichtigkeit auftretend, wird in den schönsten Krystallen namentlich in Erzgängen gefunden. Die Thonerde erreicht im Korund, Rubin und Saphir solche Grade der Härte und Durchsichtigkeit, verbunden mit prächtigen rothen und blauen Farben, daß diese Erscheinungsformen derselben als Edelsteine geschätzt werden. Unter den Edelsteinen, welchen sich auch der Diamant anschließt; obschon er eine ganz andere chemische Beschaffenheit hat, versteht man im Allgemeinen die Krystalle gewisser Erden und Alkalien, welche sich durch die größte Härte, Sprödigkeit und Durchsichtigkeit, prächtige reine Elementarfarben, höchsten

Glanz auszeichnen. Sie vermögen das Licht einzufangen und es im Dunkeln wieder auszustrahlen und sind Isolatoren der Elektrizität.

931. Die Kieselsäure stellt für sich nur den Quarz, Bergkrysthall und mit Manganoxyd den Amethyst dar, Einleitungen zur Edelsteinbildung, mit Thonerde und Verhlerde zugleich in Verbindung mit Chrom- oder Eisenoxyd den Smaragd und Verhll, mit Zirkonerde den Hyacinth, die Thonerde mit Kiesel- und Flußsäure bildet den Topas, die Thonerde mit Talkerde den Rubin und Saphir. Stoffe, an und für sich unscheinbar, erlangen durch die KrySTALLISATION, also durch die reine Form, jene Verklärung, Vortrefflichkeit und Schönheit, welche von jeher die Bewunderung der Menschen und die Lust nach ihrem Besitz erregte.

932. Als erdige Mineralien faßt man wohl jene zusammen, welche hauptsächlich aus Kieselsäure oder deren Verbindungen mit Thon-, Kalk- und Talkerde bestehen und Silicate heißen. Quarz, eines der verbreitetsten Mineralien, bildet einen Hauptbestandtheil der sogen. Urgebirge und begleitet auf Erzlagern und in Gängen die Metalle. Viele Sandsteine bestehen hauptsächlich aus Quarzkörnern, die durch die Zertrümmerung quarzhaltiger Gebirge entstanden sind, ebenso wie vieler Wüstensand und der goldführende Sand. Bergkrysthall, Amethyst, Hornstein, Feuerstein, Jaspis, Chalcedon, Carneol, Heliotrop, Chrysopras u. sind nur Varietäten des Quarzes. 1868 wurden in einem Quarz gange östlich vom Galenstock, am Ostrande des Tiefengletschers im Canton Uri, eine Krysthallhöhle ausgebeutet, welche lauter Rauchtopase oder Morions (wie man früher glaubte, durch Kohle braun und schwarz gefärbte Bergkrysthalle) enthielt, wohl 200 Etr., darunter Prachteremplare von 200 bis fast 300 Pfd. Gewicht, unter ihnen einer von 134 Pfd., an beiden Enden pyramidal zugespitzt, der, ohne irgend wo aufzusitzen, schwebend oder schwimmend entstanden sein mußte. *) Der Opal, als sogen. edler Opal ein Halbedelstein von wunderschönem Farbenspiel, kommt nur amorph, nie krySTALLISIRT vor.

*) v. Fellenberg und Flückiger konnten keine wägbare Substanz der Färbung auffinden, welche bei Erhitzung der Morions dauernd verschwindet und deren Entstehung unbekannt ist.

933. Der Talk, der als Talkschiefer oft bedeutende Lager und Felsmassen bildet, ist eine Verbindung von Kieselsäure und Talkerde, wozu sich im Meerschäum und Serpentin noch bedeutender Wassergehalt gesellt, während Augit, Hornblende, Asbest, Chrysolith (ein Halbedelstein, auch im Meteoreisen vorkommend) wasserfreie Silicate sind. Unter dem Namen Zeolithe begreift man die wasserhaltigen Silicate der Thonerde mit Alkalien, sei es Kali, Natron, Baryt, Strontian oder Kalk; die Feldspathe hingegen, eine in vielfacher Beziehung wichtige Gruppe, sind wasserfreie Silicate von Thonerde und einem Alkali. Der gemeine Feldspath oder Orthoklas, welcher Kali enthält, trägt als ein Hauptbestandtheil des Granits und Gneisses zur Bildung der Erdrinde mächtig bei und liefert bei der Verwitterung der Pflanzenwelt das ihr so nöthige Kali. Ein Mineral dieser Gruppe, der Labrador, ausgezeichnet durch prachtvolles Farbenspiel, findet sich am schönsten auf der Paulsinsel an der Küste von Labrador. Der Obsidian (vulcanisches Glas, Flaschenstein) diente den Azteken zur Verfertigung von Beilen und Messern; der Bimsstein, eine Art leichter poröser Lava, schwimmt, von den liparischen Vulkanen ausgeworfen, dort in Menge auf dem Meere.

934. Die Granaten sind Silicate von Thonerde, Kalkerde, Eisen und Mangan; der edle Granat kommt von wundervoller Schönheit namentlich in Grönland und auf Ceylon vor; der gemeine ist ungemein häufig in krystallinischen Schieferen. Die Glimmer sind Thonerdesilicate und durch ihre Spaltbarkeit in die feinsten Blättchen charakterisirt; der gemeine Glimmer ist ein wesentlicher Bestandtheil granitischer Gesteine und wurde schon manchmal von Unwissenden für Gold gehalten (Rakengold). Der Lepidolith enthält 5 Proc. Lithion. Der Topas, im Granit und Chloritschiefer vorkommend, ein Edelstein, findet sich wasserhell, bläulich, gelb, grün, in Brasilien auch rubinroth und violett. Der Spinell, dessen rothe Varietäten wohl auch Rubin genannt werden, ist eine Verbindung von Thonerde und Talkerde. Der Spinell, der auch blau, grünlich, schwarz vorkommt, findet sich, wie so viele andere Edelsteine, am schönsten auf Ceylon. Silicate der Thon- und Beryllerde sind der Smaragd und Beryll; der erstere verdankt seine schöne grüne Farbe dem Chromoxyd, der

zweite dem Eisenoryd; der Chrysoberyll ist durch Eisenorydul olivengrün. Im Zirkon oder Hyacinth verbindet sich die Kieselsäure mit Zirkonerde.

935. Die Metalle im engeren Sinne stellen weniger für sich im gebiegenen Zustand, als durch ihre Verbindung mit anderen Stoffen, als sogen. Erze, eine unübersehbare Reihe von Mineralkörpern dar. (Vergl. S. 395.) Die Farben sind öfter trübe und düster als lebhaft, die Neigung zur Crystallisation ist nur mäßig groß. Nur in geringer Menge kommen die Titan-, Molybdän-, Uran- und Wolframmineralien vor, etwas häufiger die des Wismuths, Antimons, Nickels und Arsens; der sogen. Realgar, rothes Rauschgelb, ist eine Verbindung des Arsens mit Schwefel. Das Zinn findet sich als Zinnoryd und Zinnfies auf Gängen in Granit und Thonschiefer. Das tellurische Gediogeneisen kommt meist ganz rein vor, das Meteoreisen ist fast immer mit Nickel und anderen Substanzen verbunden. Außerordentlich ist die Zahl der Eisenerze; die häufigsten, zum Theil zur Gewinnung des Metalls verwandten, sind der Eisen- oder Schwefelkies, Eisenglanz, Rotheisenstein, Magneteisen, Brauneisenstein, Eisenspath. Die Manganerze sind theils Verbindungen dieses Metalls mit Sauerstoff theils mit Schwefel, Kupfer, Kobalt. Die Zinkblende, sehr häufig auf Erzgängen vorkommend, besteht zu zwei Dritttheilen aus Zink, zu einem Dritttheil aus Schwefel; die Galmei ist ein Zinksilicat, der Zinkspath eine Verbindung von Zinkoryd und Kohlensäure. Gediogenes Blei wird nur selten getroffen; unter den Erzen dieses Metalls sind besonders häufig Bleiglanz oder Schwefelblei, Bleispath und Bleivitriol, Grünbleierz oder phosphorsaures Blei; seltener sind das vanadin- und chromsaure Blei und das sogen. Blättertellur oder Raghagererz, eine Verbindung von Blei, Tellur, Gold, Schwefel und Kupfer. Von letzterem Metall kommen gebiegene, einen oder mehrere Centner schwere Massen in Nordamerika, Mexico und Brasilien vor; seine zahlreichen Erze sind zum Theil sehr schön; im Kupferglanz, Buntkupfererz, Kupferkies verbindet sich das Metall mit Schwefel; in den Fahlerzen treten außerdem Silber, Antimon, Eisen, Arsen hinzu; das Rothkupfererz ist ein Orydul, das Riesekupfer ein Silicat, der schön grüne Malachit und die

blaue Kupferlasur sind Verbindungen des Kupfers mit Kohlensäure, der Kupfervitriol mit Schwefelsäure.

936. Quecksilber kommt gebiegen vor oder mit Silber amalgamirt oder als Zinnober in Idria und bei Almaden in Spanien, welcher letztere Fundort schon vor der Gründung Roms den Griechen bekannt war. Das gebiegene Silber, welches sich auf Erzgängen, besonders in älteren krystallinischen Gesteinen findet, ist im sogen. gäulbischgebiegen Silber mit Gold verbunden. Bekannte Silbererze sind der Silberglanz (Schwefelsilber), Tellur- und Antimon Silber, Rothgäulbigerz, Silberhornerz (Chlorsilber) u. Das gebiegene Platin, in Südamerika und im Ural vorkommend, enthält gewöhnlich die sogen. Platinametalloide: Iridium, Osmium, Rhodium, Palladium, manchmal auch Eisen und Kupfer beigemengt. Das gebiegene Gold ist doch meist mit Silber versehen und kommt entweder auf Gängen, namentlich Quarzgängen, und Lagern, in Gestein eingesprengt vor, oder in Sand und Schutt, der durch Zertrümmerung der Gebirge entstanden ist, an unzähligen Stellen der Erde. Das Schrift- und Weistellur sind Erze, in welchen sich Gold, Silber, Tellur, Blei, Antimon vereinigen. Das Gold, das edelste Metall, ist der beharrlichste, in seiner Gebiegenheit verschlossenste, in Werth und Schönheit am meisten sich selbst genügende Stoff der ganzen Natur, welcher fast nur durch das Chlor zerstört werden kann, das merkwürdig genug sich ebenso feindlich gegen die organischen Wesen verhält und deren Farben und Riechstoffe vernichtet.

IV. Die organischen Wesen der Erde.

Allgemeine Verhältnisse.

937. Das Princip eines Weltkörpers gestaltet zuerst seine Sphäre, setzt dann die Differenzen in seiner Masse, und zuletzt ruft es organische Wesen auf ihm hervor; in dieser Folge wurde die Erde zur Geburtsstätte und Trägerin zahlloser concreter Lebensformen. Die Mineralien sind durch die der Erde immanente Kraft allein entstanden, Producte ihres nach innen reflectirten Wesens; die Organismen wurden nur unter Mitwirkung der Sonnenkraft möglich und finden sich daher an der Oberfläche des Planeten. Schon Dante erklärte die Sonne für den „Vater alles irdischen Lebens“. Ohne sie wäre die organische Welt im Abhssus der Erde verschlossen geblieben; das Licht ist der Erwacker aus dem Todtenschlafe, die Luft das Behütel des Lebens, darum hängt alles Lebendige von ihr ab und können auch die Wasserthiere nur Luft athmen.

938. Der Urerbe waren alle Prototypen immanent, deren Verwirklichung wir nun schauen, und von denen immer die früheren die späteren vorbereiteten. In der Urerbe waren weder die Organe des Planeten, noch seine unorganische und organische Welt geschieden, sondern in einer Indifferenz verschlossen, welche später zu chemischem, organischem, geistigem Leben sich so entwickelte, wie etwa im Reime eines Menschen sein leibliches, seelisches und geistiges Wesen verschlossen ist und erst nach und nach zur gesonderten Darstellung gelangt. Weil die Entwicklung in

der Zeit vor sich geht und die niederen Stufen vor den höheren auftreten, so scheint es, als wenn das Höhere aus dem Niedern, der Geist aus der Materie entstände.

939. Die verschiedenen Organisationsstufen eines Weltkörpers sind nur scheinbar „Versuche“, zu den höchsten Formen zu gelangen, und müssen vielmehr als nothwendige Entwicklungsphasen mit bestimmtem Fortgang und Ziel gefaßt werden, in deren Nebeneinanderbestehen der ganze reiche Inhalt der ihn erfüllenden Ideen bargelegt ist, auf der Erde z. B. von der unorganischen Materie bis zum freien Geiste. Daß Minerva fertig aus dem Haupte Jupiters springt, ist mythologisch interessant, aber naturgesetzlich undenkbar. Nach dem Gesetz der Mannigfaltigkeit sollen ferner unvollkommnere und vollkommnere Wesen nebeneinander bestehen.

940. Die organische Schöpfung, welche ein Weltkörper entwickelt, ist in ihrer specifischen Bestimmtheit Ausdruck seines innersten Wesens; daher die Uebereinstimmung zwischen den tellurischen und organischen Gesetzen. Wie in der Erde stete Umbildung, Fest- und Flüssigwerden, Gerinnung und Auflösung, chemischer Proceß, so auch in den Organismen. Der elektromagnetische Proceß der Erde wiederholt sich im Nervensystem, der Luft bildet sich die Lunge entgegen, dem Erd- und Wasserproceß entspricht die Blutbildung und der Kreislauf, den Schallschwingungen das Hörorgan; das Licht- und Farbenreich der großen Welt läßt die kleine des Auges entstehen, welches sich jenem, einer Blume gleich, bald öffnet, bald verschließt. Welches Entgegenkommen von Medium und Organ bei der Bewegung! Hier die feste Gliedmaße zum Aufstützen auf den Boden, dort die biegsame Flosse im ausweichenden Elemente oder der elastische Fittig zur Compression der Luft, immer mit angemessener Musculatur und Nervenströmung. Diese Uebereinstimmung ist durch Urgesetze prästabilit, wie die Verkettung der Organismen untereinander.

941. Während der Planet das Chaos für die große selbständige Organisation war, konnte jeder Pflanzen- und Thierkörper wieder zu einer Bildungsstätte für unselbständige Organismen werden; hierauf beruht die Entstehung der Parasiten, an

welchen durchgängig eine Signatur der Unselbstständigkeit und Niedrigkeit, verbunden mit fremdartigem, oft widrigem Ansehen und trüben, kraftlosen Farben haftet.

Begriff des Organismus.

942. Ein geschlossenes Einzelwesen, welches den Grund seines Lebens in sich selbst hat, zweckmäßig gegliedert, zugleich auf sich selbst bezogen ist und, obschon in steter Umbildung und Veränderung begriffen, doch seinen Typus erhält und diesen fortpflanzen kann, ist ein Organismus. Ein solcher bildet Organe, die erst in späterer Zeit functioniren sollen; er ist sich wie Ursache so auch Zweck seiner selbst, die Mittel werden in ihm zu Zwecken und diese zu Mitteln. In ihm bestehen die Theile nur durch das Ganze und dieses nur durch die Theile.

943. Der Organismus, namentlich der thierische, übertrifft ungemein jeden Mechanismus, welchen menschliche Kunst erzeugt hat. Schon sein mechanischer Theil ist vollkommener als jede Maschine, aber was ist jeder Mechanismus gegen einen Bau, welcher sich von innen heraus aus eigener Kraft gestaltet hat, erhält und umbildet, bei Verletzungen und Krankheiten sich selbst heilt, in welchem zahlreiche ineinander greifende chemische Prozesse sich vollziehen, welcher der Bewegung von innen heraus, der Empfindung und der Fortpflanzung fähig ist, welche allen Organismen gegeben, von ihrem Begriff unzertrennlich, allen unorganischen Wesen versagt ist und zwischen beiden eine tiefe Kluft bildet.

944. Die Bildung des Krystalls wird durch die gleichen Kräfte begonnen und vollendet; bei der Entwicklung des Organismus treten in bestimmter Folge immer anders modificirte Kräfte ein, indem die materielle Unterlage immer wechselt, mit ihr die Molecularverbindungen und chemischen Verwandtschaften. Gleichgewichtslagen der Elemente, wie im Krystall, sind dem Organismus fremd, dessen Leben in Gegensätzen und deren Aufhebung fortschreitet. Der Krystall hat keine Biegsamkeit, kann sich nicht den äußeren Einwirkungen anschmiegen, mit ihnen in Verkehr treten, — er muß unverändert beharren oder zu Grunde gehen.

Nur Molecularverbindungen höherer Potenz haben die Biegsamkeit und Veränderlichkeit, wie sie das organische Leben fordert.

945. Physikalische und chemische Prozesse finden im Organismus so gut statt wie in der äußern Natur, deren Geseze auch in ihm ihre Geltung haben, jedoch in einer Verwickelung, daß die Methoden der Forschung, wie sie für die Physik und Chemie fruchtbar sind, hier nicht mehr ausreichen. Der chemische Proceß ist im Organismus zum Mittel herabgesetzt; das organische Leben hat sein Wesen nicht in einem „permanenten chemischen Proceß“, sondern dieser ist nur ein Mittel für seine Offenbarung und eine begleitende Erscheinung.

946. Nicht die bestimmte Combination chemischer Substanzen erzeugt den Organismus, sondern der Organismus ist mit einer bestimmten chemischen Combination verbunden. Weil man aus unorganischen Stoffen Zucker, Fette, Glycerin, Ameisensäure zu erzeugen vermochte, weil Liebig und Wöhler Harnstoff aus Cyan säure und Ammoniak dargestellt haben, weil Ascherson durch Schütteln einer Mischung von Eiweiß und Del Kügelchen bildete, die aus einem Destropfen mit Eiweißhülle bestehen, in denen aber ein Nucleus fehlt, und die weder Leben noch Entwicklung haben, — so glauben Manche dereinst organische Materie und Zellen und zuletzt wohl den Homunculus selbst darstellen zu können.

947. Aber nicht nur die Lebens- und geistigen Prozesse, sondern schon die unzähligen für die Organismen charakteristischen Formen lehren, daß es sich hier noch um Anderes und gerade um das Bestimmende handle. Noch viel deutlicher als bei den Krystallen erweisen sich hier die Formen als Verwirklichung, reale Erscheinung, Fleischwerdung schöpferischer Ideen. Die Elementartheilchen werden durch die Macht der Form genöthigt, sich in bestimmter Ordnung zu gruppiren, welche dann die Lebenserscheinungen möglich macht.

948. Organische Wesen unterscheiden sich übrigens chemisch dadurch von den anorganischen, daß sie aus mehrfachen Verbindungen der Elemente gebildet werden, wobei als ihre näheren Bestandtheile sich die sogen. organischen Radicale, Proteïn, Ammonium, Chlor &c. ergeben, welche, selbst wieder zusammengesetzt, für die Organismen doch das sind, was die 64 Elemente

für die Anorganismen; ferner daß sie durch die Hitze zersetzt und verkohlt werden, durch die Einwirkung der Luft faulen, daß sie meist hohe Atomgewichte haben und daß ihre Substanzen mit wenigen Ausnahmen, z. B. Oxalsäure und Harnstoff, nicht künstlich dargestellt werden können.

949. Die organische Substanz kann in Folge ihrer Durchbringbarkeit für Wasser mit den in ihm gelösten Stoffen und im Innern der Zellen zersetzend und umändernd auf diese wirken, durch welche Veränderung dann wieder eine Wechselwirkung mit der außer den Zellen befindlichen Flüssigkeit eingeleitet wird.

950. Auch jene Prozesse im Organismus, die noch den chemischen und physikalischen der unorganischen Natur am ähnlichsten sind, dürfen keineswegs hiemit identificirt werden: Athmung, Verdauung, Nervenleben u. stehen sämmtlich unter höheren Gesetzen. Deshalb sind auch die Rechnungen in der Physiologie häufig so unsicher. Dieser Mensch gedeiht trefflich unter den karglichsten Verhältnissen und strotzt von Kraft, und ein anderer verkümmert bei reichlicher Nahrung und geregelter Lebensweise. Es sind im Organismus also noch andere Principien wirksam.

951. Die mechanischen und physikalischen Prozesse vermögen weder die Form, noch das Leben mit seiner cyklischen Selbstverjüngung und seinem planmäßigen Verlauf, noch die Fortpflanzung und Entwicklung zu erklären. Zweckmäßige Wirkungen für das Ganze sind nur aus einer lebendigen Energie, einem selbständigen Princip des Ganzen begreiflich, das freilich ohne seine Elemente nicht sein kann, wie eine Regierung nicht ohne Volk. Ein Philosoph schrieb: „Es würden vielleicht die chemischen Elemente, wenn sie monadisch erkennen könnten, die höhere Objectivität der Pflanzen und Thiere schwerlich anerkennen und vielmehr behaupten, diese seien nichts als sie selbst: Combinationen von C, H, O, A u.“ Ähnlich verfahren die Naturforscher unserer Zeit, welchen das Leben der Organismen im Leben der Atome aufgeht.

952. Man mag jedoch die Fähigkeit, Organismen zu erzeugen, in die chemischen Elemente, namentlich C, H, O, A setzen, „die wegen der Uner schöpfligkeit in Modificirung ihrer Grundkräfte bei kleinen Veränderungen große Verschiedenheit zeigen und in Folge davon die aller verschiedensten Stellungen gegeneinander viel

mehr als alle übrigen Elemente annehmen können" (Muller), oder in schöpferische Ideen — die Schwierigkeit der Vorstellung bleibt die gleiche, doch wird die Vernunft nur durch die letztere Annahme befriedigt. Je reicher und inhaltsvoller die Idee, das Schema eines Organismus, um so höher, um so vollkommener wird derselbe sein, ausgestattet mit zahlreicheren Organen und getrennten Functionen, der innigsten Wechselwirkung bei der größten Differenzirung und den mannigfachsten Beziehungen zu anderen Organismen und der Welt.

953. Ein Organismus ist ein Kunstwerk eigener Art, mit keinem anderen vergleichbar. Will man ihn doch vergleichen, z. B. mit einer Symphonie, so entsprechen die einzelnen Lebensacte und organischen Proceffe den einzelnen Tönen und Accorden, zu deren jedem mehr oder weniger Instrumente zusammenwirken, die Takte und Sätze kleineren, die Haupttheile der Symphonie größeren Lebensabschnitten. Jedes organische Leben hat seine bestimmte Tonart, Melodie, Verlauf wie die Symphonie.

954. Der unorganische Stoff kann nur Krystallform annehmen, der organische kann organische Form und in einigen Fällen auch Krystallform annehmen. Man findet nämlich proteïnartige Substanzen, bald mehr Klee- bald mehr eiweiß- oder caseïnartig in den Samen der verschiedensten Pflanzen, auch in den oberflächlichen Zellen der Kartoffeln krystallisirt, welche wie unkrystallisirte organische Substanz durchtränkungs-fähig sind und durch Einsaugung von Flüssigkeit unter Beibehaltung ihrer Gestalt größer werden, hiebei aber ihre innere Structur und ihre optischen Eigenschaften verlieren. (Reichert, Hartig, Rablkofer.) Die sog. Dotterplättchen in Fisch- und Amphibien-eiern sind gleichfalls Krystalle organischer Substanz. Zur Zell- und Membranenbildung hingegen muß, wie es scheint, der organische Stoff durch einen schon vorhandenen Organismus bestimmt werden.

955. Die Krystalle, der freie Sauerstoff, Kohlenstoff, das freie Wasser in Pflanzen- und Thierkörpern erweisen, daß im Organismus nicht Alles zur organischen Einheit verschmolzen ist, sondern einzelne Massen sich der Herrschaft der obersten Idee entziehen und auf tieferen Stufen verbleiben. — Alle mineralischen Substanzen in Pflanzen und Thieren kommen von außen in sie.

956. Je weiter fortgeschritten die Differenzirung eines Organismus, desto abhängiger sind seine Organe voneinander, desto weniger kann eines ohne die anderen bestehen. Vom Polypen kann ein Theil fortleben und wieder zu einem Ganzen werden, bei einem höheren Thiere stirbt jedes Organ, das aus dem Zusammenhang des Ganzen gelöst ist.

957. Der Organismus kann Dinge hervorbringen, welche unsere Laboratorien nicht zu erzeugen vermögen, und ist viel bedeutenderen Leistungen fähig, als die Maschinen, weil er mit viel complicirteren Apparaten arbeitet, die er doch selbst wieder erzeugt hat. Um auf den Montblanc zu steigen, braucht ein Mensch zwei zwölfstündige Tagereisen und verbrennt hiebei 300 Grammen Kohlenstoff. Eine Dampfmaschine, die ihn auf den Montblanc bringen müßte, brauchte 1000—1200 Grammen Kohlenstoff. Ein Pferd liefert $\frac{1}{4}$ des berechneten Effects, eine Dampfmaschine nur $\frac{1}{10}$.

958. Wie die Atmosphäre sich in den Himmelsraum erstreckt und man nicht sagen kann, wo sie aufhört, so breitet sich um die organischen Körper eine Atmosphäre aus, die mit der Atmosphäre der Erde zusammenfließt, wie diese mit dem Himmelsäther. Wie der Planet, so hat auch jeder Organismus sein Luftiges um sich, sein Festes und Flüssiges in und an sich. — Das Licht, die Elektricität wirken Lebensregungen im Organismus, das Wasser, die gröberen materiellen Stoffe gehen in ihn ein und von ihm wieder aus; er ist eingetaucht in das Meer des Alllebens und durch tausend Fäden mit ihm verbunden.

959. Die unorganischen Körper haben keine Reflexion nach innen, erzeugen daher keine Lebenskeime, können sich nicht fortpflanzen. In der organischen Welt hat jedes Elementartheilchen die Fähigkeit der Theilung, und die Fortpflanzung der zusammengesetzten Organismen ist derselbe Vorgang in höherer Potenz. Die junge Generation nimmt die complicirte Aufgabe des Lebens wieder mit frischer Kraft auf und erfüllt sie eine Zeitlang, um sie der nächsten zu überliefern. Die aufeinander folgenden Generationen sind Vermehrungsmomente der Art.

960. Schon der einfachste Organismus zeigt eine Diffe-

renzirung der Substanz; mit der höheren Bedeutung wächst die Gliederung, die Bestimmungen und Verhältnisse werden immer zahlreicher und alle sind doch wieder in einer Einheit zusammengehalten, die zugleich über und in allen ist, weshalb die Elementartheile z. B. jedes Menschenkörpers anders gestimmt und gruppirt und übereinstimmend damit auch seine Gefühle, Gedanken und Handlungen individuell geartet sind. Würden die Unterschiede für unsere Wahrnehmung nicht verschwindend klein, so müßten wir aus einer einzigen Zelle irgend eines Pflanzen- oder Thierkörpers dessen Art bestimmen können.

961. Der Organismus ist hierarchisch gegliedert, so daß neben einer beschränkten Selbständigkeit der Theile die Unterordnung unter höhere und höchste Zwecke besteht. Jede Zelle hat neben ihrem eigenen Leben in sich schon das Leben des Organs, des Systems, des Ganzen, dem sie angehört; wie etwa die Idee und Macht des Volkes und des Staates in der entlegensten Hütte ist. Obgleich aber überall vorhanden, ist die Macht der höchsten Idee doch hauptsächlich in bestimmten Regionen gesammelt, und wirkt von da durch leitende Apparate auf den Umkreis. — Werden die concentrischen Lebenskreise verrückt, die höheren, inneren überwuchert, erstickt, so ist Störung und Krankheit da.

962. Die organische Materie ist diese nur, indem sie die elementaren Stoffe, in welche sie bei ihrer Zerstörung zerfällt, in sich zur Einheit aufgehoben hat. Ein organisches Individuum ist noch richtiger in seine Organe und Elementartheile auseinander gelegt, als aus ihnen zusammenge setzt. — Einmal da, besteht der organische Körper allerdings aus seinen Theilen und seine Einheit erscheint als Resultante ihrer Thätigkeit, — aber sie selbst wurden doch nur wieder durch die sich entfaltende Einheit gesetzt und darum specifisch und individuell determinirt. Die Theile sind einestheils die Stützen, welche das Ganze tragen, andernteils die dienenden Werkzeuge desselben, wie die Individuen im Organismus des Staates. Im göttlichen Weltplan sind selbst die Geister neben ihrer Freiheit doch nur Werkzeuge für die Verwirklichung der höchsten Zwecke.

963. Die mechanische Anziehung bildet nur Kugelformen, die

Krystallkraft ebenflächig begrenzte Körper, die Organismen werden von sehr verwickelten Curven begrenzt, und nur niedere haben noch einfache Kugel- oder eckige Gestalt, also Sphäroid- und Prismoidformen, die höheren haben Strobiloid- und Sphenoidformen nach Bronn's Bezeichnung. — Sehr verschiedene Organe besitzen gleiche chemische Beschaffenheit oder die gleichen Organe verhalten sich in verschiedenen Organismen chemisch sehr verschieden, während bei den Mineralien eine ganz geringe Aenderung der chemischen Beschaffenheit sehr verschiedene Eigenschaften und oft auch andere Krystallform bewirkt.

964. In der Mineralwelt geht die Individualität größtentheils in der Gewalt der Massen unter, daher ist nur ein kleiner Theil von ihr und dieser oft nur sehr unvollkommen krystallisirt. In der organischen Welt entwickelt sich die Individualität von den Pflanzen und den zusammengesetzten Thieren aufwärts zu den freilebenden und endlich durch den Geist zur Persönlichkeit.

965. Weil das Leben nur durch die Gesamtheit seiner Einrichtungen besteht, diese aber an Organe gebunden sind, die wieder nur durch ihren gegenseitigen Zusammenhang bestehen, so können auch die wenigsten Organismen Zerstückung ertragen, ohne ihr Wesen, d. h. das Leben zu verlieren, während ein Mineraltheil bei der Trennung von den übrigen seine Eigenschaften und Kräfte behält.

966. Bei den Mineralien findet lebhaftere Bewegung nur zur Zeit ihrer Bildung und Krystallisation statt, später nur eine leise Molekularbewegung, hauptsächlich durch die Temperaturänderungen bedingt. Das organische Wesen hat nicht nur jene Molecular-, sondern auch Massenbewegungen seiner Bestandtheile, und Ruhe ist sein Tod. Die äußere Natur wirkt auf die Mineralien nur zerstörend, auf die organischen Wesen auch erhaltend; jene zeigen Beharrlichkeit und Indifferenz, diese ein Spiel vielfacher Kräfte, Consensus und Sympathie.

967. Im Organismus sind die Weltkräfte räumlich und zeitlich concentrirt und in raschem Wechselspiel begriffen. Das organische Wesen tritt fortwährend außer sich und in sich zurück, gibt sich der Welt hin und erzeugt sich immer neu aus eigener Kraft. Unaufhörlich nimmt es Stoffe aus Luft, Wasser und

Erde auf, verwandelt sie in seine Substanz und gibt andere an die Außenwelt zurück. Fremdes zum Eigenen zu machen, Verschiedenartiges in seine Einheit zu verwandeln und immer geschlossener und concreter zu werden, ist Charakter des organischen Lebens. Neben den Organen der Einigung und Verbindung bestehen ab- und aussondernde, Synthese und Analyse sind zwei Grundthätigkeiten des Lebens. Im thierischen Organismus werden durch Verdauung und Blutbildung materielle Stoffe in Muskel- und Nervenkraft umgesetzt.

968. Im Organismus, der zugleich von außen erregt und von innen bestimmt wird, erfolgen viele Bewegungen und Thätigkeiten rhythmisch, was z. B. dem chemischen Proceß ganz fremd ist. Innerhalb der Typik des Ganzen hat jedes Organ wieder seine besondere Periodicität und Reizbarkeit, welche letztere früher oder später erschöpft wird. Jedes Organ hat ferner sein besonderes Begehren, seine Lust und seinen Schmerz, eigene Krankheiten und eigene Weise des Sterbens. — Alle Organismen haben endlich ein Bedürfniß nach kleinen Veränderungen in den Bedingungen des Lebens, weshalb Landwirth und Gärtner stets ihre Sämereien, Knollen und Zwiebeln gegenseitig tauschen, auch mit dem Boden und Klima für ihre Pflanzen wechseln. Die Fähigkeit des Organismus, Störungen auszugleichen, ist allerdings beschränkt und erfolgt mittelst des Stoffwechsels aus dem Gleichgewichtsstreben der einzelnen Kräfte, so daß die Veeinträchtigung einer Function Aenderungen in anderen hervorruft, welche auf einem Umweg die Wiedererlangung des gestörten Gleichgewichts möglich machen, — übertrifft aber doch weit die Compensationsvorrichtungen, welche die menschliche Technik bei ihren Maschinen erfunden hat.

969. Das Leben eines jeden Organismus theilt sich in eine auf- und eine absteigende Hälfte. Beim Tode zerfällt er nicht bloß mechanisch in Theilstückchen oder zersetzt sich einfach chemisch, sondern er verweist, was ein zusammengesetzterer Proceß ist, als die Verwitterung der Mineralkörper.

Die Stufen der organischen Natur.

970. Das Reich des Lebens breitet sich in einer unermesslichen Formenfülle über die Erde aus. Auf der untersten Stufe stehen höchst einfache Wesen, die bald mehr von thierischer, bald mehr von pflanzlicher Art an sich haben, ohne dem einen oder anderen Reiche entschieden anzugehören, welche sich nur ungeschlechtlich vermehren und die ich in meinem 1852 erschienenen Werke: „Zur Kenntniß kleinster Lebensformen“ Phytzoidien genannt habe. Die allereinfachsten sind bewegliche Plasmaklümpchen ohne Kern und Hülle, von Hädel Moneren genannt, die ihnen zunächst verwandten Amöben haben einen Nucleus. Von jenen Kernlosen leben im Süßwasser Protamoeba, Protomonas, Vampyrella, im Meere Protogenes, Protomyxa, Myxastrum. (Hädel in der Jena'schen Ztschr. f. Medic. und Naturw. 1864, IV.) Sie können Pseudopodien oder Füßen vorstrecken und einziehen, umfließen zur Nahrung dienende Körper, vermehren sich durch Theilung in zwei, vier oder viele Stücke. Auch die Amöben vermehren sich durch Theilung, welche beim Nucleus beginnt. Fernere Phytzoidien sind die Myxomyceta, Flagellata, die Labyrinthuleae, Gregarina, Diatomacea, Arcellina, Rhizopoda, Noctiluca. Die Labyrinthläufer, Labyrinthuleae, hat vor kurzem Cienkowski an Pfählen im Seewasser entdeckt. Spindelförmige, meist dottergelbe Zellen sind in Klumpen vereint oder bewegen sich auf höchst eigenthümliche Weise. Sie bilden nämlich, man weiß noch nicht wie, ein Netz verschlungener Stränge und rutschen in diesem herum. Auch bei den einfachsten lebenden Wesen scheidet sich bald an der Oberfläche als Reaction gegen die äußeren Potenzen eine festere schützende Hülle ab. — An die genannten Zwittergeschöpfe schließen sich nun von Seite des Pflanzenreiches die Pilze, von Seite des Thierreichs die Schwämme an.

971. Von den entschiedenen Organismen sind die einen noch näher mit der planetaren Natur verbunden, mehr abhängig von ihr, mehr empfangend und passiv, weniger in sich concentrirt und geschlossen, so die Pflanzen. Die Thiere sind freier von der äußeren Natur, concreter, in sich selbst geschlossener, auch

nach inneren Reizen beweglich. Das Leben schlägt in ihnen zu lichter Flamme auf und bricht in Laute aus. Die Wesen der dritten Stufe haben nicht bloß die Formen und Proceßse der Welt, sondern auch ihren Geist abbildlich in sich und stellen demnach in vollkommnerem Sinne als die übrigen einen *microcosmum* in *macrocosmo* dar; so der Mensch.

972. Die Mineralwelt, abgeschlossen vom Licht des Tages, sucht die finstern Klüfte, ihre Heimath, mit eigenem Glanz und Schimmer zu erhellen. Starr wie sie ist, läßt sie nur das starre Gesetz erkennen, welches über ihren Gebilden waltet. In der Pflanzenwelt entwickelt sich das wechselnde Spiel des Lebens, zugleich eine Fülle von Schönheit und ein Frieden, der, obwohl zum Theil nur scheinbar, selbst wieder Frieden bringt. Auch die Pflanzen streiten nämlich um ihr Dasein, — obschon sich dieser Kampf größtentheils dem gewöhnlichen Blicke entzieht, den Raum für Alle hat die Erde nicht! Die stärkeren oder von den Umständen mehr begünstigten unterdrücken die schwächeren, Schmaroger saugen ihre Wirth'e aus, Schlingpflanzen übertünchen und ersticken, zum Theil durch die heftige mechanische Gewalt, das enge kräftige Umwickeln, wie Riesenschlangen thun, in den Tropenländern die größten Bäume.*) In einem Jangal, sagt Rob. v. Schlagintweit, sucht eine Form stets die andere zu verdrängen, da herrscht eine Unregelmäßigkeit, ein Chaos, ein Gewirr von Bäumen, Sträuchern und baumartigen Schlinggewächsen, da wird das Auge ermüdet durch die grellen, schreienden Farben, durch die verschiedenartigsten Gestalten und Formen der Blätter. — Die Grenzen des Urwaldes und der Savanne des tropischen Amerikas sind in steter Verrückung begriffen, herbeigeführt durch den wechselvollen Kampf der Waldbäume und Gräser; einige Bäume, wie *Curatella americana*, *Duranta Plumieri* und *Davilla lucida* sind die vorbringenden Pioniere des Waldes. (M. Wagner.)

*) Man lese, was Bates, der Naturforscher am Amazonas, S. 29 vom Sipó-Matador, der Mörder-Liane sagt.

973. Der vegetabilische Organismus tritt in äußere Organe auseinander, ohne sich in ein System innerer zu gliedern, was beim Thiere bis zur höchsten Complication und Verschlingung

geschieht. Die Organe der Pflanze sind bloße Entwicklungsstufen derselben Grundform. Erst bei der Befruchtung und Embryobildung findet eine Einker in sich selbst statt. Die Pflanze ist bloß äußerliche, selbstlose, das Thier in sich seiende, selbstische Einheit. Die Pflanze schläft, das Thier wacht; bei ersterer finden auf gewisse Reize Bewegungen statt, wie bei Schlafenden. Das Thier ist durch Einker in sich selbst der Empfindung, durch innere Selbstbestimmung freiwilliger Bewegung fähig. Auch im Infusorium und Wurzelfüßer ist das Leben inniger und concentrirter als in der Pflanze.

974. Als ein zwischen Sonne und Erde gespannter, mit einem Pole der nächtlichen Tiefe, mit dem andern dem Lichte zugewandter, von beiden abwechselnd bestimmter Organismus wird die Pflanze wesentlich in ein absteigendes und aufsteigendes System, in ein Erd-Wasser- und in ein Licht-Luftsystem, in Wurzel und Stamm zerfallen, in welchen beiden die Theile nach außen projectirt sind. Die Organe der Pflanze, sind mit den heterologen des Thieres verglichen, mehr homolog und ermangeln der Specification und Eigenthümlichkeit der thierischen Organe. Im Maße, wie sich der thierische Organismus zu größerer Differenzirung aufschließt, sammelt er sich wieder zu größerer Einheit. Die wichtigsten Organe liegen hier innen; das Thier saugt selbst die Nahrung mit den Wurzeln in seinem Innern ein. Die Pflanze kann von unorganischer Substanz leben, das Thier nur von organischer und es nimmt auch feste geformte Nahrung auf. Der thierische und menschliche Organismus werden in zwei Systemgruppen zerfallen, deren eine nach außen, der Welt zugewendet, die andere der Verinnerlichung bestimmt ist und beide werden von Hilfsorganen begleitet sein. Thiere und Menschen stellt man wohl als belebte Wesen den Pflanzen gegenüber, während Aristoteles die Vegetationskraft der Gewächse auch als Psyche bezeichnete.

975. Die Pflanze, in der Regel an einen bestimmten Punct gefesselt, breitet sich da. nach Kräften aus, um aus einer möglichst großen Sphäre Nahrung, Licht und Luft zu schöpfen; das Thier zieht sich so klein, als es seine Natur erlaubt, in sich selbst zusammen, weil diese Concentrirung seine Kraft vermehrt und ihm die Bewegung erleichtert, welche ihm seine Nahrung in unbestimmt großer

Sphäre zu suchen möglich macht. Das Thier ist selten mechanisch, nie organisch mit der Erde verbunden. Obwohl durch die Schwere an sie gefesselt, empfindet es seine eigene Schwere nicht.

976. Es fehlt doch nicht ganz an analogen Erscheinungen in beiden Reichen. Von Zeit zu Zeit müssen nach Saussure auch die Pflanzen Sauerstoff aufnehmen; die des Chlorophylls entbehrenden Pflanzentheile und auch die grünen, diese jedoch nur in der Nacht, nehmen Sauerstoff auf und hauchen Kohlensäure aus. Auch die Pilze und Schmarotzerpflanzen nehmen wie die Thiere Sauerstoff auf und hauchen Kohlensäure aus. Die Staubblätter von *Centaurea* verkürzen sich auf mechanische und elektrische Einwirkung wie die thierischen Muskeln.

977. Die große Verschiedenheit des Pflanzen- und Thierreichs tritt nur auf dem Gipfel beider ein, wo ihre Begriffe vollständig explicirt sind. Beide beginnen mit einfachsten und einander ähnlichsten Formen, welche zum Theil wirklich in dem einen Lebensstadium diesem, in dem folgenden dem anderen Reiche angehören. Die einfachsten Wesen beider Reiche stellen Bläschen oder Klümpchen von Plasma dar, dem gemeinschaftlichen organischen Urstoff, der sich bei Thieren und Pflanzen optisch und physikalisch im Wesentlichen gleich verhält. Damit ist das Vermögen der Contraction, der Aufnahme fremder Körper und meist auch der Ortsbewegung gegeben. Von contractilen Zellen, von Monaden und Amöben gehen Thier- und Pflanzenreich aus. Das Protoplasma bildet aber auch in den unterschiedenen Pflanzen und Thieren immer das eigentlich Lebendige.

978. Man hat gesagt, die Pflanze erzeuge stickstoffhaltige Körper, Fette, Zucker, Mehl und Gummi, während das Thier sie verzehre, die Pflanze zerseze Kohlensäure, Wasser und Ammonialsalze, das Thier erzeuge dieselben, die Pflanze entwickle Sauerstoff, das Thier absorbire ihn, die Pflanze nehme Wärme und Electricität auf, das Thier erzeuge solche, die Pflanze sei ein Reductions-, das Thier ein Oxydationsapparat, die Pflanze sei unbeweglich, das Thier habe willkürliche Bewegung. (Dumas.) Aber alle diese Unterschiede gelten nur für gewisse Pflanzen und gewisse Thiere, nicht durchgreifend. Die niedersten Organismen beider Reiche verhalten sich in Ernährung, Athmung, Bewegung

gleich; Pilze und Schmarogergewächse können sich wie die Thiere nur von organischen Substanzen nähren; unter gewissen Umständen nehmen auch die Pflanzen Sauerstoff auf und hauchen Kohlenensäure aus. Cellulose und Chlorophyll finden sich auch im Thierreich. Ausgehend von einem gemeinschaftlichen Grundwesen entwickeln sich beide Reiche so, daß im Pflanzenreich die wesentlich thierischen Einrichtungen bis auf ein Minimum unterdrückt, die vegetativen einseitig ausgebildet werden, im Thierreich Alles dahin zielt, die vegetativen nur zur Unterlage für die höchste Entwicklung der animalen zu verwenden.

979. Bei den Pflanzen findet wenig Erneuerung von Elementartheilen statt, welche bei den Thieren mit Ausnahme des Horngewebes unaufhörlich fortgeht. In den Pflanzen gibt es keine Secretionen, für welche vorhandene Gewebe wieder aufgelöst würden, überhaupt keinen Stoffwechsel von der Art des thierischen. Das ausgebildete Holz lebt kaum mehr und verweht nur nicht, weil es von der Luft abgeschlossen ist. Auch in der Oberhaut und in den reinen Cellulosezellen hat der Stoffwechsel fast ganz aufgehört.

980. Das Thier verbraucht viel Kraft für die Empfindung und Bewegung, während die Pflanze die hiefür nöthigen Stoffe immer nur zum Ansatz neuer Theile verbraucht und sich vergrößert, wofür bei manchen Arten die weitesten Grenzen gezogen sind. Hierbei verwischen sich die Schranken der Individualität, welche beim Thiere näher gesetzt sind.

981. Das Thier erscheint der Pflanze gegenüber mehr als zerstörende, seltener fördernde Macht, die Pflanze als nährende, erhaltende. Die Pflanze ersetzt auch den Sauerstoff, den das Thier verzehrt. Sie entspricht mehr dem weiblichen Princip, der Schönheit, das Thier dem männlichen, der Kraft. Das Leben der Pflanze verläuft still und passiv, das Thier vermag die objective Welt selbständig zu ergreifen und zu verarbeiten, sein Leib ist reich an Genuß und Schmerz. Die Pflanze zeigt ihr Befinden und ihre Lebensstimmung nur schweigend durch ihre Beschaffenheit und Haltung, das Thier auch durch Handlung, Stimme und Bewegung.

982. Das Thier hat nur in beschränktem Grade das Vermögen, seine Handlungen nach Ueberlegung einzurichten, sondern

wird zu ihnen durch die in seine Organisation gelegten Triebe und Instincte bestimmt, welche im Einklang mit der ihm angewiesenen Sphäre der Welt stehen. Beim Menschen steigert sich das fühlende Selbst zum denkenden Ich, und neben den Trieben wird er zu seinen Handlungen durch die Erkenntniß des Zusammenhanges der Dinge bestimmt. Der höhere Organismus nimmt immer auch die Bestimmungen des niederen mit in sein Wesen auf, schreitet aber über sie hinaus. Das Thier hat auch die Pflanze in sich, der Mensch die Pflanze und das Thier.

983. Der menschliche Organismus wiederholt nicht bloß die Proceßse der unter ihm stehenden Stufen, sondern verebelt sie und wird dadurch zum entsprechenden Organ des Geistes, was kein Thierleib sein könnte. Im Menschen ist sowohl ein finsterner Grund, als das Licht, welches diesen erleuchtet, sowohl das verzehrende Feuer, als die liebevoll schaffende Kraft. Beim Einblick in das Leben der Menschheit eröffnet sich eine unendliche Tiefe, in der man nicht nur die treibenden Kräfte der Welt, sondern auch das Walten Gottes schaut, in so ferne dieser die sittliche und erziehende Macht der Geisterwelt ist.

Das organische Individuum.

984. Im Pflanzenreiche hat man die Zelle für das wahre Individuum ansehen wollen (Turpin, Schleiden), selbst die Kügelchen des Zellkastes (die Biosphären Mayer's; Turpin später); dann das Blatt, die Knospe, den daraus entwickelten Sproß (A. Braun), oder den Inbegriff von allen, die ganze Pflanze, endlich den Embryo, so daß man wenigstens ein Stockwerkindividuum, ein Sproß- und ein Embryoindividuum unterscheiden könnte, demnach verschiedene Potenzen der Individualität. Der ganze Organismus der Pflanze ist aber, wie Braun sagt, ein Dividuum, nicht ein Individuum, und Schleiden betrachtet denselben im Gegensatz zu den angeführten Stufen als zusammengesetzte Pflanze. Ein Baum, der unbegrenzte Generationen von Sprossen, Blättern, Blüthen, Früchten in sich faßt, könne unmöglich als ein Individuum betrachtet werden. Der physiologischen Auffassung erscheint jedoch die ganze aus einem befruchteten Ei her-

vorgegangene Pflanze als ein Individuum, der morphologischen Auffassung als eine Reihe solcher. (Rablkofcr.)

985. Der Begriff des Individuums ist auf den tieferen Stufen beider Reiche überhaupt sehr oft unbestimmt und unanwendbar. Die Pflanze als Ganzes zu ignoriren und bloß pflanzliche Gebilde (von Schulz Anaphyten genannt) als individuelle Existenzen anzunehmen, geht nicht an, weil die Anaphyten doch durch eine gemeinsame Idee zusammen gehalten werden, in welcher auch ihre Gruppierung und die Totalform des Pflanzenstocdes begründet ist.

986. Bei manchen Polypenquallen und Bryozoen sind die Individuen so verschieden gestaltet und ihre Functionen so abweichend, daß man sie früher für Organe (Saugröhren, Geschlechtskapseln, Fangfäden) und den ganzen Stoc für ein einziges Thier angesehen hat; diese nährenden, fortpflanzennden, ergreifenden Individuen sind in der That den Organen eines höheren Organismus analog. Bei Serialaria, einem Moosthierchen, existirt außer dem jedem Individuum zukommenden Nervensystem noch ein gemeinschaftliches, alle Individuen verbindendes, ein „Colonialnervensystem“. Leuckart hält sogar die Bläschen, von welchen aus sich die Tentakeln mancher Siphonophoren mit Flüssigkeit füllen, die Vogelkopf- oder Pincetten-ähnlichen Greiforgane der Bryozoen, die glockenförmigen Haft- und Bewegungsorgane der Siphonophoren, die zur Vermehrung dienenden Wurzelschößlinge der Hydroiden für besondere Kategorien von Individuen. Bryozoen und zusammengesetzte Salpen haben keine solche Arbeitstheilung.

987. Manche englische Zoologen betrachten die einzelnen Repräsentanten der Entwicklungsphasen der Hydroiden nicht als Individuen, sondern als „Zoidien“, die alle zusammen erst das Individuum, nämlich die ganze Reihe der Entwicklungszustände, die an die Befruchtung des Eies anknüpfen, bilden. Dem gemäß sprechen sie auch nicht von einem Polymorphismus der Individuen, sondern nur von einem Polymerismus des Individuums. Immer bilden hier zweierlei Gruppen von Zoidien den Organismus: solche, die der Ernährung und solche, die der Fortpflanzung dienen; letztere erscheinen häufig unter zweierlei Formen,

als proliferirende, sogen. Ammen, und als eigentliche Geschlechts-thiere.

988. Der individualisirende Trieb spricht sich auch noch in jedem Theil eines größeren Ganzen aus. So hat z. B. jeder Zahn im Munde seine bestimmte Form und in jedem, wenn er cariös wird, artet sich der Schmerz und der Verlauf der Ver-derbniß in anderer Weise.

989. Je reicher das Princip eines Wesens, je weiter seine Welt, desto bedeutungsvoller und markirter ist seine Individualität. Während die unteren organischen Wesen fast zu bloßen Exemplaren herabsinken, spricht sie sich in den höheren Thieren nicht nur körperlich, sondern auch psychisch aus, und im Menschen erhebt sie sich zur Persönlichkeit.

Die naturgeschichtliche Art (Species).

990. Die Definitionen des Artbegriffes können nicht befriedigend ausfallen, weil die Art nur eine relative und zeitliche Geltung hat. Man kann nicht mit Darwin (der zwischen Art, Varietät und individueller Abänderung keine Grenze findet), sagen: die Art sei ein auf eine Reihe einander sehr ähnlicher Individuen angewandter Ausdruck, da z. B. bei den polymorphen Thierarten die Individuen oft nicht die mindeste Ähnlichkeit haben. Das Kriterium der fruchtbaren oder unfruchtbaren Fortpflanzung ist auch nicht absolut sicher; befriedigender noch schiene es, alle Individuen zur selben Art zu rechnen, welche von gleichen Eltern stammen, wenn es sich nicht fragte, was man unter gleich versteht? Man kann sich nicht einmal für die gegenwärtige Erdperiode in allen Fällen verständigen, ob man Arten oder nur Rassen und Varietäten vor sich habe, geschweige denn über die fossilen Formen.

991. Was der Eine für verschiedene Species nimmt, sind dem Anderen nur Unterarten, Varietäten, Formen; die Einen trennen fortwährend, die Anderen combiniren wieder; wer denkt hier nicht an Penelopens Gewebe? Diese Unsicherheit ist besonders empfindlich in der Paläontologie, weil sich andere wichtige Probleme daran knüpfen. Ein Botaniker unterscheidet in Deutschland Hunderte von *Rubus*-arten, *R u n z e* wieder nur 10 Arten und 25

Bastardformen. Die Schwierigkeit wird erhöht bei manchen zu großer individueller Verschiedenheit geneigten Organismen, so schon bei Eozoon nach Carpenter. Erstaunlich weichen die Formen der Trilobiten nach deren verschiedenen Entwicklungsstadien ab, so daß z. B. *Sao hirsuta* aus den Silurschichten Böhmens unter 12 verschiedene Sippen und 27 Arten gebracht worden ist. Die zahlreichen *Heliconius Amazoniens* zeigen nach Bates eine Menge Varietäten und Uebergänge, was er als einen Beweis der Darwin'schen Theorie des Ursprungs aus einer oder wenigen Urarten ansieht. *Algarobbia glandulosa*, der Mezquitebaum, ändert nach Klima und Standort von einem am Boden liegenden Strauch, wie in Neumexico, durch alle Stufen bis zu einem ansehnlichen Baum am Gila und Colorado, der Wäldchen und Haine bildet.

992. Manche Sippen der gegenwärtigen Thier- und Pflanzenwelt sind sehr zur Bastardzeugung geneigt: *Coccinella*, *Amara* unter den Käfern; *Carduus*, *Cirsium*, *Rosa*, *Rubus* (auch die australischen), *Aconitum*, *Montha*, *Hieracium*, *Salix*; zahlreiche Weidenformen sind Bastarde und es bleiben nur wenige sichere Species. In Sippen, welche sehr viele Arten enthalten, sind diese meist sehr nahe unter sich verwandt und geneigt, Blendlinge, Bastarde und Varietäten zu bilden. Höchst wahrscheinlich sind die Zeugungsproducte des Blüthenstaubes von Bastarden vielgestaltiger als bei echten Arten, wodurch die Bildung von Varietäten begünstigt wird, die nur eine begrenzte Dauer haben, wie die Bastarde überhaupt, welche, weil weniger gut accommodirt als die Eltern bei der Fortpflanzung untereinander meist immer schwächer werden und aussterben.*)

*) Am größten ist die Bastardirung nach Krasan bei *Rubus*. Die Kennzeichen für die Bastardnatur liegen nach ihm hauptsächlich in abnormen Modificationen verschiedener Organe. An der Bastardbildung nehmen alle Arten mit alleiniger Ausnahme von *R. chamaemorus* theil, der in Mooren und Sumpfwiesen wächst und auch sonst sehr von allen übrigen abweicht. Verh. der zool.-bot. Gesellsch. zu Wien, Bd. 15 (1865), S. 377.

993. Ein Hauptkriterium des Artbegriffes soll sein, daß Bastarde verschiedener Arten unfruchtbar sind. Der Streit hierüber dreht sich in so ferne in einem Circle, als Jene, welche behaupten, Bastarde seien fruchtbar, leicht geneigt sind, Varietäten für Arten anzusehen, und die Gegner, welche die Unfruchtbarkeit

behaupten, verschiedene Arten für Varietäten. Bastarde entstehen aus Begattung verschiedener Arten, Blendlinge aus Begattung verschiedener Rassen. Rasse erbt fort, Spielart nicht.

994. Wenn von fruchtbarer Begattung verschiedener Species, von häufigen Bastarden gesprochen wird (solche wollten Wirtgen und F. Schults bei Pflanzen in Menge entdeckt haben), so ist vorerst nicht zu vergessen, daß durch die Sucht mancher Naturforscher, namentlich kleiner Städte und kleiner Gebiete, zum Schaden der Wissenschaft eine Menge angeblicher Species geschaffen wurden, die es nicht sind. — Nach Herbert wären manche Bastarde vollkommen fortpflanzungsfähig und nicht weniger züchtbar als jene der Stammarten; Köhlreuter und Gärtner erklärten die Unfruchtbarkeit der meisten Bastarde für ein Naturgesetz. Herbert hatte mit Pollen von *Crinum revolutum* die Eichen an einem Stocke von *Crinum capense* befruchtet, und jedes lieferte eine Pflanze, vielmehr als bei der Befruchtung mit dem eigenen Pollen zu erwarten ist. Einige Individuen von *Obelia* und anderen Sippen werden ebenfalls viel leichter mit dem Pollen einer anderen Art als ihrem eigenen befruchtet; eben so ist es bei den Arten von *Hippeastrum*, die mit Pollen anderer Arten fruchtbar werden, mit ihrem eigenen nicht, der aber hinwiederum andere Arten befruchtet. (Darwin.) Es ist außer Zweifel, daß manche Arten Bastarde geben (Schaf und Ziege, Stieglitz und Zeisig, *Lota vulgaris* und *Salmo fario*, — *Mathiola maderensis* und *incana*, *Calceolaria plantaginea* und *integrifolia*, *Salvia triandra* und *viminialis*, deren Bastard *S. hippophaëfolia* ist), die jedoch nur einige Generationen fruchtbar bleiben, durch welche Beschränkung die Integrität der Species gewahrt wird. (Hoffmann.)

995. Sowohl beim Kreuzen (Gärtner) als beim Pfropfen (Sagaret) verhalten sich die Species verschieden. Man kann mit dem Pollen einer Pflanze leicht eine gewisse zweite befruchten, aber nicht mit dem Pollen dieser die erste, und man kann die Stachelbeere leicht auf die Johannisbeere pflanzen, aber sehr schwer die Johannisbeere auf die Stachelbeere.

996. Nach Isidor Geoffroy St. Hilaire wäre die Fortpflanzungsfähigkeit der Bastarde für längere Zeit dar-

gethan beim Hund, Alpalama (Bastard von Pao und Lama, an das sich jetzt noch das eben so fruchtbare Alpa-Bicunna anschließen soll) und dem Hasen und Kaninchen; dann seien auch die Bastarde von Bombyx Cynthia und einer chinesischen Art fruchtbar. A. Wagner, der diese Angaben für nicht genug erwiesen hält und starr auf der Unfruchtbarkeit aller Bastarde besteht, ist eben dadurch gezwungen, alle Formen des zahmen Hundes nur für Rassen einer und derselben Art zu erklären. Doch gibt er zu, daß Bastarde noch fruchtbar werden können, wenn sie sich mit einem der elterlichen Stämme paaren. Manche wollen nun unser Rind und Schaf nicht mehr als natürliche Species betrachten, sondern beide als Producte untergegangener Arten; Rind und Schaf sollen eine Menge artloser Rassen darstellen.

997. Darwin meint, die Bastarde von *Cervulus vaginalis* und *Reevesii*, vom europäischen und indischen Büffel, von *Phasianus colchicus*, *torquatus* und *versicolor*, *Anser domesticus* und *cygnoides* seien vollkommen fruchtbar, — sagt aber nicht, für wie viele Generationen. Nach Pallas stammen die meisten Hausthiere von je zwei oder mehreren wilden Arten, welche also gleich von vornherein ganz fruchtbare Bastarde geliefert haben würden, oder es mußten diese erst später im zahmen Zustande fruchtbar geworden sein, welches Letztere Darwin für wahrscheinlicher hält. — Er fühlt das Gewicht der Thatsache, daß äußerlich auch noch so verschiedene Varietäten sich kreuzen und ganz fruchtbare Nachkommen liefern, daß demnach Varietät und Art wesentlich verschieden sein müssen und daß hier eine große unerklärte Schwierigkeit bleibe.

998. Mit Ausnahme vieler Pflanzen, der Thiere mit Polymorphismus und Generationswechsel, solcher, bei denen sich geschlechtslose Individuen entwickeln und jener Hermaphroditen, welche sich selbst befruchten, wird der Begriff der Art immer durch zwei Individuen dargestellt, deren jedes seine besonderen Fähigkeiten entwickelt; je höher die Stellung eines Organismus, desto verschiedener sind diese Fähigkeiten, desto schärfer ausgeprägt ist die Geschlechtlichkeit.

999. Der Begriff der Art ist durch die Entdeckung des Polymorphismus bei manchen Gewächsen und Thieren weiter

und complicirter geworden. Tulasne hat für eine große Zahl von Pilzen Polymorphie des Fruchtapparates nachgewiesen; viele Brandpilze sind keinesweges, wie früher geglaubt wurde, krankhafte Zellwucherungen ihrer Trägerpflanzen, sondern selbständige Gewächse und zugleich sind viele dieser einfachen Pflanzen Nebenformen ganz anders gestalteter, höher stehender Pilze, wie z. B. der Sphärien. (Berkeley, de Bary, Kuhn, Hoffmann.) So groß ist die Verschiedenheit der Zustände mancher Pilze, daß sie in verschiedene Pflanzenclassen, selbst in das Thierreich versetzt wurden. Der Pilz *Penicillium-Mucor* zeigt nach Hallier*) mehrere verschiedene Formenreihen: 1) Schimmelreihe (*Penicillium*, *Mucor*, *Oidium*), 2) Achorion-Reihe, 3) *Leptothrix*-Reihe, (hiesher *Bacterium* der Autoren), 4) *Leptothrix*-Hefe, (*Cryptococcus*), 5) *Torula*-Hefe (*Hermiscium*), 6) Gliederhefe, 7) *Aerosporon*-Hefe (*Trichophyton tonsurans*.)

*) Die *Leptothrix*-Schwärmer und ihr Verhältniß zu den Vibrionen, in Schulze's Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. 2. S. 1, 1866.

1000. Selbst Blütenpflanzen, wie die *Synanthereae Pinnardia*, die Dolbe *Torilis nodosa* zeigen Polymorphismus, so daß z. B. die Samen der äußeren Früchte orthosperm, die der mittleren kölosperm sind (Tausch), so wie endlich bei *Dentaria bulbifera*, *Ficaria ranunculoides*, *Polygonum viviparum*, welche eigenthümliche Knospen haben, durch diese neben der gesetzmäßigen Fruchtbildung ein vollkommener Generationswechsel stattfindet.

1001. Viele polymorphe Thierstöcke werden durch Form, Zahl, Lage der Individuen ungemein vielgestaltig; manchmal sind die Nährindividuen zugleich mit Genitalien versehen, bei den Sertularinen, Hydractinien, Physalien gibt es hingegen besondere Geschlechtsthier, die aus den Ernährungsthieren oder eigenen sprossenden Individuen hervorknospen und früher für deren Geschlechtsorgane gehalten wurden. So sind also die polymorphen Thierstöcke zusammenhängende Vereine von Individuen oder Generationen, die nach demselben morphogenetischen Gesetz entstehen, in Form und Leistungen aber nicht übereinstimmen, sondern sich den physiologischen Bedürfnissen des Vereins in mannigfach wechselnder Weise anpassen, und wo nur die Gesamtheit der

Individuen und Generationen die vollständige cyklische Lebensentwicklung, demnach den Begriff der Art darstellt. Zur Vollendung desselben gehört endlich auch der sogen. Generationswechsel, wo zwischen Generationen geschlechtlicher Thiere ungeschlechtliche, oft von ganz verschiedener Form, eingeschoben sind. — Der Polymorphismus ist eine Arbeitstheilung, wobei die verschiedenen Arbeiten verschieden organisirten Individuen übertragen sind. Die großartigste, immer weiter gehende Arbeitstheilung, bei ungefähr gleich organisirten Individuen, findet in der Menschheit statt.

1002. Die Veränderlichkeit der Organismen steht nicht immer in Beziehung zur höheren oder niedrigeren Stellung, ob schon im Allgemeinen niedere Organismen — welche zum Theil auch eine sehr weite Verbreitung haben — sich veränderlicher und dem Einfluß der äußeren Umstände mehr unterworfen zeigen. Aus den Sporen des in Hühnereiern erzeugten Schimmels, *Dactylium oogenum* Montague, kamen zehn nach Stoff, Lichtgrad, Temperatur sehr verschiedene Schimmelpflanzen. *) Wiederholen sich Theile oft, wie die Staubgefäße in polyandrischen Blüthen, die Wirbel bei den Schlangen, so wird deren Zahl und innerer Bau veränderlich.

*) Spring, Bulletin de l'Acad. roy. de Belge 1852, XIX, 555—72.

1003. Die Unveränderlichkeit der Arten, von den älteren Naturforschern behauptet, wird von einer neuen Schule geleugnet, aber selbst Darwinianer, z. B. Rabsch (das Pflanzenleben der Erde, S. 429), geben zu, daß noch Niemand Umbildung einer Art in andere beobachtet habe. Die angebliche Verwandlung von *Aegilops triticoides* in *Triticum* erklärt sich so, daß *A. triticoides* keine Species, sondern der Bastard von *Aegilops ovata*, befruchtet durch Weizenpollen, ist. [Gobron. *)] Kerner läßt die rothe Meeralg *Bangia fusco-purpurea* im Salzwasser einer Badeanstalt in Innsbruck aus der grünen Süßwasserconferve *Ulothrix valida* oder *inaequalis* entstehen. Müßte man dann nicht annehmen, daß alle meerbewohnenden Individuen der *Bangia fusco-purpurea* aus grünen *Ulothrix*-arten des Süßwassers entstanden wären? Eher könnte man glauben, daß Meeresorganismen zu solchen des Süßwassers und selbst des

Landes werden, als umgekehrt. Es konnten Keime jener *Bangia* durch Luftströme oder Vögel nach Innsbruck gelangt sein und sich im Salzwasser entwickelt haben. Carpenter**) will keine Arten bei den Foraminiferen (die er in Imperforata und Perforata theilt) annehmen, weil er erkannte, daß ganz verschieden aussehende Formen Endglieder einer zusammenhängenden Metamorphosenreihe seien, — aber Gestaltverschiedenheiten in der Metamorphose begründet, heben die Existenz der Arten noch nicht auf.

*) Annal. des sc. nat. 4me sér., II, 215, 1854.

**) Introduction to the study of Foraminifera, Fol. 1862, p. 92.

1004. Siebel, der nicht einmal an eine Entstehung unserer Elephanten aus einem Urelephanten glaubt, führt Nathusius an, der in seinem Buche über den Schweinschädel nachgewiesen habe, daß der gewaltigste Einfluß durch Züchtung, Klima u. nicht einmal bei dem Schweine divergirende Zahnreihen in parallele, ein langes Thränenbein in ein kurzes verwandeln könne, viel weniger einen Gorillaschädel in den himmelweit verschiedenen des Menschen.

1005. Es dürften die Arten Wirklichkeiten sein, wenn auch nicht für alle Zeiten geltende. Die gewöhnlichen Einflüsse innerhalb desselben Erbalters mögen hinreichen, Bastarde, Rassen, Varietäten — namentlich an der Grenze der geographischen Verbreitungsbezirke — zu erzeugen; Umgestaltung der Arten, Hervorrufung wirklich neuer Gestalten scheint noch andere Kräfte zu erfordern, wie sie zwischen den geologischen Perioden hervorgetreten sind, die keineswegs immer unmerklich ineinander flossen.

1006. Der Begriff der Art verwirklicht sich in einer unbestimmten Zahl von Generationen und Individuen, von welchen nicht zwei einander ganz gleich sind, weil jedes durch zeitliche und räumliche Umstände und durch Beschaffenheit der Eltern eigenthümlich determinirt wird. Die Art besteht so lange, bis die schöpferische Bewegung, deren Product sie ist, über sie hinaus zu anderen Formen schreitet.

1007. Nach Bronn und Woodward soll die Lebensdauer einer Art $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$ der Dauer einer geologischen Periode betragen. Das Ende der Arten kann so erfolgen, daß nichts von ihnen bleibt, sondern sie aussterben, weil sie unter den veränderten Umständen nicht mehr leben können, oder daß sie zur Keimstätte für neue Arten werden. Die Cycadeen, die Encephalartos in Afrika, die Riesenbäume Californiens, unsere Eichen scheinen im Aussterben begriffen; auf den dänischen Inseln, wo früher die Birke herrschte, dann die Eichen große Wälder bildeten, sind letztere jetzt durch die Buchen verdrängt, in anderen Gegenden sehr sparsam geworden. Von keiner Thierfamilie haben sich die Sippen so constant erhalten wie von den Brachiopoden; *Lingula*, *Discina*, *Crania*, *Rhynchonella* haben seit der Silurperiode bis zur Gegenwart gelebt. Jetzt existiren allerdings nur noch etwa 80 Arten von Brachiopoden und viele von diesen nur sehr einzelt, also dem Aussterben nahe.

1008. Je älter eine Art ist, desto mehr wird sie die Fähigkeit der Accommodation an die äußeren Umstände und die andere Varietäten zu bilden, verlieren, desto näher ihrem Untergange sein. Im Ganzen werden ferner die an Individuen reichen Arten Aussicht auf längere Dauer haben, sofern sie nicht von anderen abhängen, welche dem Erlöschen nahe sind. Die großen homogenen Sippen und Familien haben Aussicht auf längere Dauer als die nur aus wenigen oder sehr differenten Gliedern bestehenden.

1009. Nach Darwin wären die Sippen, welche nur eine oder sehr wenige Arten enthalten, als Reste früherer Perioden zu betrachten, welche sich nicht mehr vervielfältigen können, die Sippen mit mehreren oder vielen Arten als Producte neuerer Perioden, jetzt noch in Spaltung und Vervielfältigung begriffen. Daher vielleicht die Erscheinung, daß, wie Stur für *Astrantia* nachgewiesen hat, bei den vielartigen Sippen öfters das Areal einer Art die Areale mehrerer endemischen, d. h. für eine bestimmte Gegend charakteristischen, in ihr durch zahlreiche Individuen vertretenen Arten in sich einschließt — eben wegen des genetischen Zusammenhangs der Arten. Wenn aber diese, wie Darwin will, bloß durch Varietätenbildung auseinander entstehen,

warum zeigen z. B. die unzähligen Generationen der Bernsteinzeit keine Uebergänge, warum steht jede Art gesondert da wie in der Gegenwart, warum ist ferner jedes Individuum gleich vollkommen? Es können manche Sippen nur deshalb eine oder wenige, andere viele Arten enthalten, weil jene einem einzigen, diese mehreren Schöpfungscentren angepaßt sind, ohne daß sie auseinander entstanden zu sein brauchen. „Der bloß Varietäten bildenden Kraft wirkt immer eine ausgleichende Kraft in der Zeugung entgegen, welche die Art auf ihren Typus zurückführt. Dagegen zeigen z. B. die Metamorphosen der Insecten oder Kryptogamen und der Generationswechsel, daß, wie die Schmetterlingsflügel und die Äxe des Farns an Karven und Proembryonen räthselhaft auswachsen, aus einer Gestalt unvermittelt eine sehr verschiedene hervorgehen kann. Unter den Pilzen vervielfältigen sich die einzelnen Entwicklungsstufen, stellen abgesonderte Lebenskreise dar, erheben sich zu anderen fortpflanzungsfähigen Gestalten, — so gefällt sich auch die Genesis der organischen Natur nicht bloß in vergänglichen Variationen, sondern verbirgt Thätigkeit von unerschöpfter Tiefe.“ (Grisebach.)

1010. Die Bastardzeugung, der Polymorphismus, die complicirte Verwandlung, die schwankenden Begriffe von Rasse, Varietät, Art, Sippe, die unermessliche Zahl organischer Formen, deren Aenderungen in der Zeit, der Zusammenhang der lebenden mit den untergegangenen u. erschweren eine vollständige und vollkommene Beschreibung derselben ungemein, und die menschliche Wissenschaft wird damit kaum je ins Reine kommen. Die Verwirrung und die Zahl der Synonyme ist im Wachsen begriffen. Wir haben auch auf diesem Gebiete nur conamina und fragmenta.

Die Gliederung des Organismus.

a. Die organische Ursubstanz und die Elementartheile.

1011. Das ursprünglichste Substrat alles organischen Lebens, das Urlebendige, ist eine wunderbare Substanz, dieselbe im Pflanzen- wie im Thierreiche, obschon in ersterem Protoplasma, im zweiten Sarkode genannt, von eiweißartiger

Beschaffenheit, fähig, sich spontan zu bewegen, ihre Form und inneren Zustände zu ändern, für Flüssigkeiten durchdringbar, für äußere Einwirkungen, namentlich des Sauerstoffs und der Temperatur, sehr empfindlich, daher in unaufhörlicher Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts ihrer Molecularthätigkeiten begriffen. Das Protoplasma ist ein Gemenge von Eiweißstoffen mit Wasser und wenigen unverbrennlichen Stoffen und enthält höchst wahrscheinlich auch etwas von Fetten und Kohlenhydraten, manchmal auch Stärkekörnchen; für sich farblos und durchscheinend, wird es durch diese und Fetttröpfchen getrübt. Es gliedert sich zu chemisch und cohesiv verschiedenen Schichten und Klumpen. Scheinbar gleich, muß das Protoplasma in Wahrheit äußerst verschieden sein, anders in Thieren als in Pflanzen, anders in den Myxomyceten als in Algen, anders in Rhizopoden als in Infusorien u., wieder anders in jeder besondern Sippe und Art. Beale's „Keimsubstanz“, in welcher er den Sitz alles Lebens sieht, fällt mit den Körnchen des Protoplasmas zusammen. Die kleinsten Theilchen aller lebenden Wesen, meint er, seien kugelig und wieder ad infinitum aus sphärischen Stückchen zusammengesetzt; in Flüssigkeiten können sie sich frei bewegen.

1012. Die organische Substanz ist in allen Theilen mehr oder minder von Wasser durchdrungen, und ihr Volumen ändert sich mit dessen Quantität, wird größer, wenn diese sich vermehrt, kleiner, wenn sie sich vermindert. Man kann sich vorstellen, daß das Wasser zwischen die festen Moleküle eindringt, Hüllen um sie bildet und sie mehr oder minder auseinander treibt, was wieder in verschiedenen Richtungen mit verschiedener Stärke geschehen kann, so daß sogar nach gewissen Richtungen Zusammenziehung erfolgt. Dieß wird möglich, indem die nicht runden, sondern polyedrischen Moleküle nach verschiedener Richtung ungleiche Intensität äußern. Durch Imbibition kann sich die Form organischer Körper und ihrer Elemente ungemein ändern. Die Elemente sind zugleich chemisch verschieden, daher können, wenn durch Anwendung bestimmter Lösungsmittel die einen Stoffe aufgelöst oder durch Feuer zerstört werden, die anderen als Skelet zurückbleiben. Verbrennt man die organische Substanz der Diatomeen oder Polycystinen, so bleibt ihr Kieselskelet zurück; zieht

man aus Holzzellen den Holzstoff mit Salpetersäure und chlor-saurem Kali aus, so bleibt ein Zellstoffskelet übrig.

1013. Ernährung und Wachsthum geschehen durch Intussusception, indem die ernährende Lösung, zwischen die Moleküle eindringend, diese vergrößert oder ihre Zahl vermehrt, wobei aber die Moleküle auch ihrerseits auf die Lösung umwandelnd wirken, das ihrer Natur Entsprechende daraus gestalten, was Alles mit beständigen Gleichgewichtstörungen und Bewegungen verbunden ist, die in gewissen Substanzen, deren Beweglichkeit und Veränderlichkeit besonders groß ist, wie in der Sarkode, dem Protoplasma, dem Chlorophyll, auch durch leise äußere Anregungen ohne Aufhören unterhalten werden und bei unpassender Beschaffenheit oder zu großer Intensität eben in diesen auch leicht zerstörend wirken.

1014. Sondern sich einzelne Protoplasamassen ab und umgeben sich mit einer Hülle, unter Differenzirung gewöhnlich auch eines inneren Kernes mit Kernkörperchen, so entsteht als ein Entwicklungsproduct des Protoplasmas die sogen. Zelle, ein sphäroidisches oder ellipsoidisches Körperchen, von Saft erfüllt, das sich zu Fasern, Plättchen u. gestalten kann. Die Zelle ist selbst schon eine Art kleinster Organismus, wieder aus unzähligen Theilen bestehend, nach chemischen, physikalischen und physiologischen Eigenschaften specifisch determinirt, in jedem Organismus und jedem Organ desselben anders geartet, häufig auch schon für sich eines selbständigen Lebens fähig und dann die einzelligen Pflanzen und Thiere darstellend. Complicirtere Organismen bestehen aus einer sehr großen, oft unermesslichen Zahl von Elementartheilen, denn es ist Princip der Natur, diese mikroskopisch klein zu gestalten, um so große, zu den verschiedensten Molecularwirkungen dienende Flächen im engsten Raume herzustellen.

1015. Die ungemeine Aehnlichkeit der Knorpelzellen und jener der chorda dorsalis mit parenchymatösen Pflanzenzellen brachte Schwann zur Erkenntniß, daß Thier- und Pflanzenkörper aus gleichen Elementartheilen gebildet seien. Aber nicht alle kleinsten Formbestandtheile sind, wie er annahm, Zellen mit Kern und Hülle, sondern viele sind bloße Theilchen jener urlebendigen Substanz. — Schwann betrachtete auch die Fasern der

Krystalllinse, Muskelfasern, Nervenröhren, Zahnschmelz als Zellen. Er wußte, daß imbibitionsfähige Körper, wie die Zellen, nicht krystallisiren können. — Zellen scheinen zu entstehen, abgesehen von der Theilung schon vorhandener, indem sich in flüssiger oder weicher formloser organischer Substanz oder häufiger in einer schon vorhandenen Zelle eine Gruppe von Molekülen isolirt, wobei nach Anziehungsgesetzen die nächstverwandten centralen Theilchen sich zum Zellkern und nucleolus vereinigen, die peripherischen sich zur Hülle zusammenschließen. Die Zellen sollen einen formbestimmenden Einfluß auf junge nahe bei ihnen entstehende Zellen üben, so daß diese in das gleiche Gewebe eingehen. Nach Schacht werden die Kernkörperchen, nucleoli, zu neuen nucleis, die nuclei bisweilen zu Zellen. Bei der Theilung bilden sich in Zellen Scheidewände, und die abgesonderten Partien weichen oft auseinander, so daß aus einer Zelle zwei oder vier entstehen.

1016. Im Pflanzenreiche sind reguläre Zellen viel allgemeiner und deutlicher ausgebildet als im Thierreiche. Im letzteren sind sie am einfachsten bei den Protozoen und Cölenteraten, wo sie oft wenig Verschiedenheit erkennen lassen, zum Theil hüllenlos und in Massen verschmolzen sind. Elementartheile letzterer Art fehlen allerdings auch in den höheren Classen nicht ganz, aber sind auch in diesen, wo wahre Zellen überwiegen, verschiedener untereinander und seltener in Massen verschmolzen. Die untersten Classen, zum Theil auch noch die Würmer, verhalten sich hierin wie die Embryonen der Vertebraten, bei welchen man auch, wie bei jenen, nicht Knorpel-, Bindegewebs-, Epithelial-, Nerven-, Muskelzellen u. unterscheiden kann.

1017. Weber morphologisch, noch functionell, noch chemisch ist eine feste Grenze zwischen den Geweben vorhanden, welche durch die Elementartheile zusammengesetzt werden, und die man auf Epithelialgewebe, Bindegewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe zurückführen kann. Das Epithelialgewebe ist das einfachste, kommt schon bei den Spongien vor und tritt bei allen Thierembryonen am frühesten auf. Zum Theil Abkömmling desselben ist die Bindegewebe, welche bald zum Stützen, bald zum Umhüllen, bald zum Ausfüllen dient. Zu ihr gehört außer dem

gewöhnlichen Bindegewebe auch das Knorpel- und Knochengewebe. Ihre ausgebildeten Formen gehen bei den höheren Thieren sämmtlich aus dem mittleren Keimblatte hervor. Physiologisch erlangt sie nie größere Bedeutung und theiligt sich auch bei den animalen Verrichtungen niemals, wie das Muskel- und das Nervengewebe es thun, welche ursprünglich nie aus Bindesubstanz entstehen, sondern immer aus dem Epithelialgewebe oder indifferenten embryonischen Zellen. (Kölliker.)

1018. Die Sarkode der Infusorien und jene der Zellen des Bindegewebes aller Thiere, der Zellen der Hornhaut im Auge und das vegetabilische Protoplasma, dann die Muskelfaser, überhaupt alle contractilen Substanzen verhalten sich auch chemisch sehr ähnlich. Alle coaguliren nach dem Aufhören der Bewegung und nach starkem elektrischen Reiz und zwar — im Gegensatz zu anderen Eiweißlösungen — schon bei ziemlich niederen Temperaturen, nämlich zwischen 35—50° C. Histologisch zerfallen die contractilen Substanzen in zwei Kategorien: die einen enthalten in der Grundmasse nur kleine einfach lichtbrechende Körnchen, die andere, die Muskeln, doppelt lichtbrechende, Disdiastasen. Eine Hauptbedingung für den Eintritt der Bewegung des Protoplasma in den Haaren der Staubgefäße von *Tradescantia*, der *Myriophyten* u. dürfte der Contact mit der Luft, die Einwirkung ihres Sauerstoffs sein; obwohl die eigentlich erregenden Potenzen die Temperaturänderungen und Elektrizitätsausgleichungen zu sein scheinen. Dieser Contact ist wohl auch bei der Muskelfaser, wenigstens für die Erhaltung ihrer Erregbarkeit, nothwendig. *)

*) Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, Leipzig 1864. Nach Kühne contrahiren sich auf elektrische Reize die aus dem Körper zerfallender Stentoren hervortretenden Sarkodetropfen. Untersuchungen über das Protoplasma, S. 39. Beobachtungen über Protoplasmaabewegung in Pflanzen hat auch Paul Reinsch angestellt. (Morphologisch-anatomische und physiologische Fragmente, Moskau 1865, mit 2 T.) So über jene in den Zellen der Blattwimpern von *Sempervivum tectorum*, in den jüngsten Zellen der *Nitella syncarpa*, in einzelnen Zellen des Wurzel- und Stengelparenchyms von *Hydrocharis morsus ranae*, in *Closterium lunula*, *Tetramorus* etc.

1019. Die organischen Elementartheilchen lassen vielfache Bewegungen und Gestaltänderungen wahrnehmen. Die rothen

Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere ändern bei Erwärmung ihre Gestalt, es schnüren sich kleinere Kugeln ab, und der übrige Theil wird auch kugelförmig, oder sie werden biscuitförmig, sternförmig, keulenförmig 2c. (Schulze.) Die farblosen Blutkörperchen zeigen große Neigung zu selbständiger Bewegung. (Lieberkühn.) Diese wird durch Wärme ungleich lebhaft, fast wie die fließende Bewegung der Amöba diffluens, und zielt auf Ortsveränderung. Diese farblosen Blutkörperchen kriechen öfters wie Amöben zwischen den rothen herum und verändern ihre Gestalt wie diese. (Recklinghausen, Schulze.) In den Hoden von Thieren der verschiedensten Classen gibt es Zellen mit der deutlichsten amöboiden Bewegung, wenn sie unter gewissen indifferenten Flüssigkeiten, z. B. humor aqueus, Amnionswasser, untersucht werden. (Cavalette.) Man spricht von contractilen Körperchen in der Frauenmilch. (Stricker.)

1020. Viele Zellen rücken den Amöben gleich langsam kriechend fort, gelangen in andere Gewebe und Organe, zum Theil in die Secretionsgänge der Drüsen und mögen auf diesen Wanderungen manche Gestaltänderung und Umwandlung erfahren. Bei Batrachiern und Fischen kommen an der pia mater Ausfackungen vor, deren Inhalt die mannigfachsten Bewegungen macht, ohne daß Flimmern da wären, ein beständiges Drehen und Wälzen, gegenseitiges Abstoßen, die Scheiben der Blutkörperchen klappen sich um. In der pia mater von Petromyzon und beim Frosch bilden sich aus kleinsten stets bewegten Molekülen und im Serum schwimmenden Scheiben Zellen. Beim Hecht sah man die Nervenröhren des Hirnes in undulirender Bewegung; sich nähernde Blutkörperchen änderten ihre Form und zerlegten sich. Eben so am verlängerten Mark bei Batrachiern und Rannichen; das Fett der Nervenmassen schien so auf die Blutkörperchen zu wirken. Auch der Inhalt vieler thierischen Zellen ist in unaufhörlicher Bewegung. (Stannius.) Die Zellen der Planarieneier zeigen eigenthümliche Contractionen und Gestaltänderungen, indem das eine Ende schmaler wird, die Verschmälerung zum andern Ende fortschreitet und dann wieder zum ersten zurückkehrt, was stundenlang fortgehen kann. (Siebold und Kölliker.) Dieses Spiel erinnert an die Erscheinungen bei

gewissen Aftasteen. *) Sogar einzelne Körnchen in zellenähnlichen Gebilden scheinen eigenthümlicher Bewegung fähig zu sein. Die Bewegung der Körnchen in den Speichelbläschen wäre nach Brücke keine Molecularbewegung, wie man bis jetzt annahm, sondern eine Lebenserscheinung dieser winzigen Körperchen. Die Blutkörperchen von Mollusken und Krebsen nehmen Farbstoffpartikelchen auf (Hädel), die Lymph- und farblosen Blutkörperchen des Frosches Milchkügelchen und Pigmentkörner (Redlinghausen, Preher), ebenso die rothen Blutkörperchen des Menschen bei Erwärmung. (Schulze.) Die auf Blättern vertrockneten Plasmodien der Myxomyceten kann man lange aufbewahren; weicht man sie bei einer Wärme von 20—40° C. in Wasser auf, so tritt die Bewegung alsobald wieder ein. Die Zoosporen von Chytridium sollen Amöben gleichen. Beim Fliegen-schwamm und anderen Pilzen ist die haarförmige Filzbekleidung des obern Strunktheils mit kleinen Gallertklümpchen bekleidet, welche im Wasser stabförmige Körperchen entlassen, die sich tagelang lebhaft zitternd ausstrecken und zusammenziehen. (Hoffmann.) Samenzellen, Flimmerzellen u. setzen ihre Bewegungen auch nach dem Tode des Organismus noch fort, dem sie angehörten. Bei den Flimmerzellen, Sporozooiden, Flagellaten sind die Wimpern Ausläufer des Zellinhalts; dieser allein und was aus ihm kommt ist contractil. (Donder.)

*) Perty, zur Kenntniß kleinster Lebensformen, Bern 1852, S. 128.

1021. Jede Zelle hat ihr bestimmt geartetes Leben mit gewisser Dauer, ihre eigenthümlichen plastischen Proceßse und Strömungen im flüssigen Inhalt, oft Contractionsvermögen, manchmal selbständige Bewegung. Jede zieht die umgebende Flüssigkeit mit einer gewissen Auswahl an. Zellen können erkranken, vergiftet werden. Alle Zellen zusammen constituiren das Leben des höheren Ganzen, das fortbesteht, während die Generationen der Zellen werden und vergehen.

b. Die Organe und Functionen zur Erhaltung des Individuums.

1022. Aus den Zellen bauen sich die Organe auf, bei den Pflanzen mit mathematischer Gesetzmäßigkeit; die meisten Organe, wenigstens bei den Pflanzen, scheinen aus einer einzigen Zelle zu entstehen. Die in ihrer Bildung vollendeten Organe erzeugen

neue, indem besonders geartete Zellen sich von ihnen ablösen und den Anfang des neuen Organs bilden. Bei den Pflanzen und bei einem Theil der Thiere lösen sich Organe vom Körper ab und werden zu selbstständigen Pflanzen oder Thieren.

1023. Die Kräfte und Erscheinungen bei den Organismen werden allerdings nur beim Zusammentritt zahlreicher Elementartheilchen möglich und können von einem gewissen Standpuncte als deren Resultate angesehen werden. Daß aber so oder anders geartete Elementartheilchen sich in dieser oder jener Art zu einem höheren Ganzen vereinen, beruht auf einer schon vor den Elementartheilchen vorhandenen schöpferischen Idee.

1024. Alle höheren Organismen gliedern sich in eine verschiedene Zahl einzelner Organe und Organgruppen mit bestimmten Verrichtungen, die, ineinander greifend, das Leben des Individuums und über dieses hinaus die Fortdauer der Art eine gewisse Zeit erhalten können.

1025. In der Ausbildung und somit in der Vollkommenheit der Organe zeigt sich ein Fortschritt, sowohl wenn man die in den geologischen Epochen stattgehabte Entwicklung der beiden Reiche, als auch, wenn man dieselben, wie sie jetzt in ihrer Stufenfolge bestehen, ins Auge faßt.

1026. Haben schon die einzelnen Zellen eine gewisse Selbstständigkeit des Lebens, so kann diese den aus ihnen gebildeten Geweben und Organen um so weniger fehlen. Blut, Muskeln, Nerven, Sinnesorgane äußern Reizbarkeit und Bewegung selbst noch einige Zeit, nachdem sie aus dem höheren Verbande gelöst sind. Magen, Herz, Rückenmark, manchmal auch Gefäße, vollziehen ihre Functionen auch noch einige Zeit nach der Trennung vom Organismus, und der Fruchthälter kann die Frucht noch nach dem Tode der Mutter austreiben. Das dem Nerveneinfluß entzogene Darmstück bewegt sich wurmförmig.

1027. Die ältere Zeit nahm, um die Vorgänge in den Organismen zu erklären, eine Seele an, welche den Körper baue, und nicht Stahl, sondern Scotus Erigena lehrte zuerst: *Anima corpus suum creat* oder *corpus sibi creat*. (L. I, c. 24.) An die Stelle der Seele trat später die Lebenskraft, besonders von Autenrieth vertheidigt, über welche in neuester Zeit leb-

hafter Streit entbrannte. Die Einen leugnen sie gänzlich: Loge, Spieß, Dubois-Reymond, Ludwig, Fick u. A. wollen nur eine Art von Kräften in der Natur annehmen und sehen die Lebenserscheinungen des Organismus nur für complicirtere an als die der unorganischen Natur. Andere behaupten sie, so Liebig, Dumas, R. Wagner, Flourens, Schmidt in Dorpat, Bischoff, Schulz von Schulzenstein, A. Braun. Manche nehmen eine vermittelnde Stellung ein.

1028. Dubois-Reymond, Ludwig u. A. wollen alle thierischen Lebenserscheinungen durch Anziehung und Abstoßung der Atome mit Zuziehung der Electricität und des Nichtäthers erklären und stellen diese „physikalische Theorie“ der „vitalen“ entgegen. Die so zahlreichen und complicirten Atome des thierischen Leibes verbinden sich zu verschiedenen Massen, deren jede sich mit besonderer Anordnung ihrer wägbaren Theilchen eigenthümlich zu Nichtäther und Electricität stellt, was sich durch specifische elektromotorische Kräfte und elektrisches Leitungsvermögen, durch Farbe, Durchsichtigkeitsgrad, Brechungsvermögen, Wärmeleitung kund gibt. Die Anziehung der ungleichartigen Atome führt zum chemischen Proceß, und dieser hat wieder dynamische Folgen: nämlich die über die Berührungstellen wägbarer Atome hinauswirkenden Anziehungen und Abstoßungen, deren Ursache im thierischen Körper Wärme und Electricität ist.

1029. Andere Leistungen sind durch die Formen der Organismen und ihrer Theile bedingt, wodurch für die sonst gegebene Bewegung die Richtung bestimmt wird. Noch andere Leistungen werden durch die äußeren Einflüsse, Wärme, Schwere u. hervorgerufen, die aus der Ferne anziehend und abstoßend wirken. „Die Physiologie hat zuerst die Beziehungen darzustellen, welche die als chemische Einheit in den Körper tretenden Stoffe zueinander besitzen, dann die aus ihren Combinationen entstehenden resultirenden Wirkungen; sie hat vom Einfachen zum immer Verwickelteren aufzusteigen.“ (Ludwig.)

1030. Bei dieser Ansicht verschwindet das Ganze, und es bleibt nur die Wirkung der Elementartheile übrig, aber ungriffen, wie durch die Kräfte unzähliger individueller Wesen ein in allen Sphären geordneter, bei allem Wechsel der Theilchen

in Bestand und Form sich erhaltender Organismus möglich wird. Allerdings sind in letzter Instanz die Elementartheile oder genauer deren Molecularkräfte das Wirkame, aber im Organismus nur, weil sie planmäßig zusammengeordnet sind.

1031. Für die Entstehung der Organismen muß man ideelle Einheiten annehmen, welche die Keime nach ihrer specifischen und individuellen Art zur Entwicklung bringen, was durch Anziehung, Assimilirung und Beherrschung des Bildungsmaterials möglich wird. Die niedersten Thiere, die Embryonen empfinden und bewegen sich ohne gesondertes Nerven- und Muskelsystem; das Herz des Kückelchens schlägt schon vor denselben. Das erzeugende und bildende Princip ist schon vor den Organen da, und diese sind sein Product.

1032. Indem das wirkende Princip, in welchem das Urbild des Ganzen ist, sich zu seinen besonderen Momenten differenzirt, entstehen die Systeme und Organe des künftigen Leibes. Es hält die Functionen in Harmonie und Gleichgewicht und stellt dieses aus der Störung wieder her, heilt die Krankheit und wirkt auch als Instinct. Die Elementartheilchen und die aus ihnen gebildeten Organe haben, wenn einmal da, ihr eigenthümliches Leben, wie die Individuen, Gemeinden und Stände im Staat, in welchem doch die Regierung die belebende, beleuchtende, das Uebermaß mäßigende, das Schwache stärkende, Schädlichkeiten entfernende, Alles verbindende Macht ist, die, wie sie vom Ganzen erhalten wird, zugleich das Ganze erhält und mit dem Weltganzen in Verbindung setzt. Das Princip des Organismus hatte schon vor demselben im Keim ein virtuelles Dasein, vermag sich aber nur im Organismus praktisch zu bethätigen, den es erzeugt hat.

1033. Daß die Elementartheile und die Organe nicht nur ein Leben für sich haben, sondern auch von der Idee des Ganzen durchdrungen sind, beweist die Zeugung und was aus ihr folgt. Wie könnten die Kinder den Eltern an Leib und Seele gleichen, würde nicht das ganze elterliche Wesen dem Sperma und Ei eingepflanzt! Es vererben sich selbst bestimmte Stimmungen, Neigungen, Leidenschaften, Anschauungen, welche durch die Nerven auf das Plasma des Blutes und von diesem auf die Zeugungsstoffe übertragen werden mußten. Das elterliche Urbild

spiegelt sich gleichsam im Aether der Zeugungstoffe und erzeugt im Keim ein Abbild.

1034. Je zahlreicher die Lebensaufgaben eines Organismus sind, desto weiter geht die Differenzirung seiner Organe, welche mit der Arbeitstheilung zusammenfällt. Die Lebensaufgaben sind esoterische oder exoterische, greifen zur individuellen Erhaltung ineinander, vermitteln die Fortpflanzung oder sind auf äußere Ziele gerichtet. — Auf den tieferen Stufen ist das einer Function bestimmte Organ oft nur ein Theil eines andern, oder dasselbe Organ versieht mehrere Functionen. Erst später, wie die Function bedeutungsvoller für den ganzen Organismus wird, erhält sie ihr besonderes Organ und zwar in verschiedenem Grade ausgebildet.

1035. Nicht das Organ ist das Erste und die Function nur die Consequenz seines Daseins, sondern in der Idee des Organismus ist die Function das Primäre, und wenn durch den Bildungstrieb das Organ erzeugt ist, so tritt die Function zugleich mit dem Organ ein. Oft wird eine Verrichtung durch ganz andere Organe als die regelmäßig hiefür bestimmten ausgeführt, wie z. B. Draco mit der zwischen den Rippen ausgespannten Körperhaut fliegt. Dann wird wieder ein sonst bestimmten Zwecken dienendes Organ diesen entfremdet; der Strauß braucht seine Flügel nicht zum Fluge, sondern spannt sie als Segel aus, die Pinguins benutzen sie als Flossen, die kurzflügelige Gans der Falklandsinseln als Ruder. Oft sind sehr nahe verwandte Thierformen durch den Besitz oder Mangel eines wichtigen Organs verschieden, wie z. B. Holothuria ein wasserathmendes Lungensthem hat, welches Synapta fehlt.

1036. Die Zahl, Bedeutung und Größe der Leistungen eines höheren Organismus sind so bedeutend, daß sehr zusammengesetzte Apparate theils effectiver, theils compensatorischer Art hiezu nothwendig werden. Im Organismus wird auch mancher Kraftaufwand durch mechanische Einrichtungen erspart, wie z. B. beim Gehen die Beine Pendelschwingungen nach dem bloßen Gesetz der Schwere machen, oder der Oberschenkelkopf durch bloßen Luftdruck in seiner Gelenkgrube am Becken gehalten wird.

Die physiologische Leistung der Organe leidet unter zu hohen Wärme- und noch mehr unter zu hohen Kältegraden; nur unter einer innerhalb gewisser Grenzen eingeschlossenen Temperatur behalten die Moleküle die Fähigkeit zur Function.

1037. Für den unaufhörlich andauernden Stoffwechsel finden sich zahllose kleine Rücken in der organischen Substanz, welche die Flüssigkeiten durchgehen lassen und deren Bewegung durch Capillarität unterstützen. Das mit Dichtigkeitsausgleichung verbundene Einstürmen derselben in gewisse Räume und Ausströmen aus denselben, die Endosmose und Exosmose, hat man unter dem Namen Diosmose zusammengefaßt, welche eine Diffusionserscheinung ist. Durch den Stoffwechsel erhält sich der Organismus für die äußeren Reize immer frisch und beugt zugleich den Nachtheilen vor, welche Erstarrung oder Zersetzung der Moleküle im Lebensgetriebe herbeiführen müßte. Die Ausscheidung des Abgestandenen und Unbrauchbaren verhindert die Stagnation der Bewegungen und die Ansteckung der lebensfrischeren Theile, der Bildung geht die Rückbildung zur Seite. Wachsthum, Stoffwechsel, Reaction auf Reize sind mit Bewegung verbunden. Der Gewöhnung an bestimmte Reize sind auch die Pflanzen, überhaupt alles Lebendige fähig, und sie ist daher keine ausschließliche Fähigkeit der Nerven. — Das Bedürfniß vermag nur dadurch seine Befriedigung zu erlangen, daß es die nöthigen Rückwirkungen anregt.

1038. Nach Organisation, Aufenthalt und Lebensweise gestaltet sich der Lebensproceß unendlich verschieden. Der Aufenthalt wirkt auf die Gestalt ein; Wasserthiere sind massiver als Landthiere desselben Typus, der Hals ist verkümmert, die Glieder verkürzen sich, die Haut wird thranig, glatt; Wasserpflanzen haben keine Dornen, selten Haare, oft glatte, hohle Stengel, eine schlüpfrige Oberfläche. Bei Thieren und Pflanzen mit größerer Entfaltung und peripherischer Ausbreitung wird schon die viel stärkere Wärmeausstrahlung eine andere Oekonomie herbeiführen.

1039. Im Leben der Organismen wechseln Thätigkeit und Ruhe, Aufschließen gegen die Welt und Zurückziehen in sich selbst miteinander ab; Schlaf und Wachen findet sich bei Thieren und Pflanzen. In den gemäßigten und kälteren Ländern fallen

fast alle ausdauernden Pflanzen in Winterschlaf, in welchem ihre Lebensfunctionen sehr reducirt sind; in den heißen Gegenden fällt eine große Zahl während der trockensten Jahreszeit in Sommerschlaf. Manche Thiere fallen während der größten Hitze in Sommerschlaf, wie Landmollusken, Alligatoren, der Tenrec; einige wenige, in kälteren Ländern lebende, fallen in Winterschlaf, der leichter und dann unterbrochen wie beim Bär oder tief und anhaltend wie beim Dachs, Igel, Murmeltier sich verhält und im letzteren Fall mit einer Reduction aller Functionen auf ein Minimum verbunden ist.

1040. Außer dem Fortpflanzungsvermögen hat der Organismus vor den unorganischen Wesen auch die Fähigkeit sich zu verjüngen voraus, wobei er in seinen Lebensgrund zurückgeht, um aus diesem gestärkt einen neuen Aufschwung zu nehmen. Die Verjüngung äußert sich durch Abstoßung alter und Erzeugung neuer Elementartheile, Gewebe und Organe: Zellen, Blätter, Sprossen, Haare, Federn u. Der gewöhnliche tägliche Schlaf, die Encystirung der Infusorien und Eingeweidewürmer, der Puppenschlaf der Insecten, der Winter- und Sommerschlaf vieler Pflanzen und Thiere sind für sich aber nicht Verjüngungsprocesse, wie Schulz v. Schulzenstein meint, sondern Ruhestadien, um zur Verjüngung Zeit und Kraft zu gewinnen.

1041. Das Leben ist nicht unter dem Bild des Kreises, wo die Bewegung immer in sich selbst zurückkehrt, sondern eher unter dem Bild einer Spirale zu denken, die in eine auf- und absteigende Hälfte zerfällt. Mit jedem Umschwung gelangt es in der aufsteigenden Hälfte zu höheren, in der absteigenden zu tieferen Stufen. Der thierische Organismus sinkt in letzterer zur Pflanzen- und Mineralnatur herab; die Sinnes- und Nerventhätigkeit wird schwächer, der Mensch und das Thier vegetiren mehr. Indem die Beherrschung des chemischen Processes im Sinne des animalen Lebens immer schwerer gelingt, häufen sich unorganische Verbindungen in den Geweben an, viele Gewebspartien verkalken und erstarren, die Fähigkeit sich zu verjüngen schwindet und endlich unterliegt er im Wechselspiel mit der Natur, das, wie es sein Leben einleitete, auch seinen Tod herbeiführt.

1042. Innerhalb des allgemeinen Entwicklungsganges, auf

welchem der Organismus seine Entfaltung und seine Auflösung erfährt, finden zahlreiche, in verschiedenen Perioden verlaufende, in sich zurückkehrende Bewegungen einzelner Thätigkeiten das ganze Leben hindurch statt. Unzählige Anregungen, Eingriffe und Rückwirkungen aller Art gehen neben der großen Bewegung und den von ihr umfaßten speciellen Cyklen einher.

c. Zeugung und Fortpflanzung.

1043. Die einfachste Art der Fortpflanzung durch Theilung und Knospen ist zugleich die directeste; solche getrennte Massentheile differenziren sich dann zu den Organen, ähnlich wie bei der Entwicklung. Bei den allermeisten Organismen kommt es aber zu einem polaren Gegensatz, der mehr oder weniger den ganzen Organismus bis in Mark und Blut so durchbringt, daß nicht nur Theilung der Lebensaufgaben, sondern oft auch bedeutende Unterschiede in Bildung und Gestalt als Consequenzen desselben eintreten. Das männliche Geschlecht ist wesentlich durch Kraft, Beweglichkeit, Expansivität charakterisirt, das weibliche ist zarter, ruhiger, mehr in sich zurückgezogen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung, wo keines der Individuen für sich allein zeugen kann, wird die Entstehung eines Wesens derselben Art nur durch die Ausgleichung jenes Gegensatzes möglich, der durch den Contact von Substanzen stattfindet, in welchen die wesentlichsten Bestimmungen der zeugenden Individuen niedergelegt sind: Eier und Samen.

1044. Man kann beide als Complexe bestimmt angeordneter Moleküle sich vorstellen, mit deren Berührung und Durchbringung eine Reihe von Vorgängen angeregt wird, die zur Herstellung eines Organismus führen, denen specifisch gleich, welchen die Zeugungstoffe entstammen. Während bei Theilung und Knospung ein bedeutender Theil des elterlichen Organismus zur Anlage eines neuen Individuums verwendet wird, sind Eier und Samen Minimalgrößen, ohne histologische Entwicklung, und der aus ihrem Contact entstandene Keim hat deshalb eine lange Reihe von Veränderungen zu durchlaufen. Bei dieser Art der Fortpflanzung wird das Erzeugte nicht, wie bei der Theilung und Knospung, schlechthin die Beschaffenheit des Erzeugenden haben,

sondern zwischen Vater und Mutter, als Ausgleichung ihres Gegensatzes, mehr oder weniger die Mitte halten. Die Essenz der Mutter wird nicht bloß im Ei, sondern bei den Säugethieren während der Schwangerschaft auch durch das Blut der Mutter mitgetheilt; die Essenz des Vaters nur im Samen und es reichen hiezu eines oder wenige der unglaublich kleinen Spermatozoen hin.

1045. Die geschlechtliche Fortpflanzung beruht im Pflanzen- und Thierreich auf gleichen Gesetzen. Der Inhalt des Pollens oder der Antheridien entspricht dem Sperma, das Keimbläschen dem Eichen. Der männliche Zeugungsstoff kann ungeformt sein oder geformte Samenkörperchen enthalten und diese können beweglich sein oder nicht. Bei der Copulation mancher Conserveaceen, Desmidiaceen und Protozoen treten zwei Protoplasamassen zusammen, die keine Verschiedenheit erkennen lassen und doch männlich und weiblich sind. Hier entsteht aus zwei Individuen nur eines, aber es wird wenigstens der volle Charakter der Species erhalten.

1046. Das aus den zusammentretenden Zeugungsstoffen entstehende Wesen zeigt in der Regel die Charaktere des Vaters und der Mutter in eigenthümlicher Weise verbunden, entwickelt manchmal auch neue, nie dagewesene Charaktere oder solche, die, von früheren Generationen ererbt, in den Eltern latent blieben. Im Thierreiche wie im Pflanzenreiche ruft der männliche Zeugungsstoff mehr als der weibliche Neubildungen und Varietäten hervor, besonders nach Wichura bei Hieracium, Rosa und den Rubi fruticosi. Sind Pollen und Keimzellen zugleich zur Erzeugung von Varietäten sehr geneigt, so kann eine ungemein abweichende Nachkommenschaft entstehen. Unvollkommene Accommodation disponirt zur Varietätenbildung, wie die Culturpflanzen deutlich zeigen.

1047. Im Pflanzenreiche überwiegt der Hermaphroditismus, weil den Pflanzen die Bewegung fehlt; festgewachsene Thiere sind öfters hermaphroditisch; im Gegenfall vermitteln Wasserströmungen oder besondere Veranstaltungen, z. B. Hektotylie den Contact der Zeugungsstoffe. Die Gründe, welche Steenstrup gegen die Realität des Hermaphroditismus in beiden Reichen vorgebracht hat, sind von Hornschuch, Creplin, Müller, Karsch, Max Schulze widerlegt worden. Er leugnete

die Doppelgeschlechtigkeit des Blutegels, Regenwurms, der Trematoden, Hybern, sogar der Lungenschnecken, indem er die betreffenden Organe so zu deuten suchte, daß Eingeschlechtigkeit herauskömmt.

1048. Auch bei den hermaphroditischen Thieren ist das Zusammenwirken zweier (z. B. bei *Helix*) oder mehrerer Individuen (*Lymnaeus*, wo nach *Larisch* das oberste Individuum eines Zuges bloß als Weibchen agirt, das hinterste bloß als Männchen, alle übrigen als Männchen und Weibchen zugleich) zur Fortpflanzung von der Natur geboten; Selbstbefruchtung hermaphroditischer Thiere findet nur in der Minderzahl der Fälle statt. Wenn schon die Vermischung von Geschwistern oder Verwandten, selbst jene eines engern Kreises von Familien eine schwächere Nachkommenschaft gibt, so scheint die Selbstbefruchtung von Hermaphroditen dieses noch viel eher befürchten zu lassen.

1049. Die mit der Begattung verknüpfte Lust ist einer der Reize, die zu ihrer Vollziehung treiben, und zugleich der Ausdruck des höchsten vitalen Gefühles, in welchem das Individuum in die Gattung verschwimmen will. Bei vielen niederen Thieren, namentlich Insecten, deren unendliche Mehrzahl sich nur einmal paart, folgt daher auf die Begattung der Tod, und bei den Thieren, wo sie öfter geschieht, wird dem Individuum jedesmal eine bestimmte Summe von seiner Lebenskraft abgezogen.

1050. Im Geschlechtsverhältniß vereinigen sich niedere und hohe Momente. Die organische Schöpfung unter dem Menschen wird allein durch das Naturgesetz zur Zeugung bestimmt, Liebe ist nur im Reich der Geister möglich. Sie beruht nicht auf Reflexion, sondern quillt aus dem innersten Gefühl der liebenden Person, welche in ihr die ersehnte Ergänzung des eigenen Wesens zu finden glaubt, und wirkt deshalb mit unwiderstehlicher Macht. Tritt bloße Lust an die Stelle der Liebe, so opfert der Geist seine Freiheit an die zwingende Naturgewalt, die bei ihm dann eine ganz andere Bedeutung erhält als beim Thiere, zur Tyrannie wird, und ihn zu einer niedrigeren Sphäre herabzieht.

d. Entwicklung.

1051. Durch die Befruchtung werden die polarisch entgegengesetzten Essenzen der beiden Geschlechter ausgeglichen und als

Product der Ausgleichung der Keim gebildet, mit einer molecularen Anordnung der Substanz, welche eine fortlaufende Reihe von Gegensätzen immer mit Ausgleichung in einer entwickelteren Form eröffnet, bis der Arttypus der Eltern wieder dargestellt ist. Im Keim ist formale Einheit, im vollendeten Organismus Einheit in der Mannigfaltigkeit, ideelle Einheit.

1052. Für die Entwicklung jedes Keimes ist ein gewisser Grad von Wärme nothwendig, welcher die materiellen Theile beweglich und zu neuen Gruppierungen geschickt macht. In manchen Fällen wird der Fortgang durch Ruhestadien unterbrochen, wo die Moleculargruppen des Keimes, ähnlich wie in einem Krystall, mehr im Gleichgewicht beharren.

1053. Die Entwicklung zieht sich häufig in die Verborgenheit zurück, liebt das Dunkel, die Ruhe und Abgeschlossenheit. Am meisten tritt dieses bei den vollkommensten Thieren der großen Reichen, z. B. bei den Insecten unter den Articulaten, bei den Säugthieren unter den Vertebraten hervor, bei welchen letzteren das Embryoleben ganz innerlich geworden ist, die Deuteltiere ausgenommen, welche auch hierin niedriger stehen.

1054. Höhere Organismen durchlaufen bei der Entwicklung Formen und Zustände, die den permanenten Zuständen niedrigerer Organismen analog sind, ebenso den Stufen, welche nicht nur die Species, sondern das ganze Reich bei ihrer Entwicklung durchgehen haben.

e. Die jungfräuliche Vermehrung.

1055. Gewisse Pflanzen und Thiere vermögen ohne männliche Befruchtung ihre Art durch Eier fortzupflanzen. Parthenogenese, *Lucina sine concubitu* soll im Pflanzenreiche vorkommen bei *Chara baltica*, der neuholländischen *Euphorbiacee Coelobogyne ilicifolia*, *Ricinus communis*, *Mercurialis*, *Bryonia*. Regel, Schenk, Karsten bestritten sie zwar und Karsten fand bei der weiblichen *Coelobogyne* manchmal auch eine Zwitterblüthe, — aber auch bei den parthenogenetischen Sackträgermotten *Solenobia triquetrella* und *lichenella* finden sich sehr selten auch männliche Individuen. Nach Thuret verharren unter Verschluß gehaltene weibliche Blüthen von *Mercurialis annua*

lange Zeit, wellten nicht und schritten nicht fort, fingen aber endlich an, wie müde des langen fruchtlosen Wartens, ohne männlichen Beistand reichliche Samen zu entwickeln.

1056. Das befruchtungsfähige Weibchen der Honigbiene, die Königin, kann auch ohne Begattung Eier legen, aus denen aber nur Männchen kommen; eben so die verkümmerten Weibchen, die Arbeiterinnen, welche sich nicht begatten, und denen die Samentasche fehlt, vorausgesetzt, daß ihnen bei der Entwicklung etwas von königlicher Speise zugekommen ist. Nämlich bei Bienen, Hummeln, Wespen, Ameisen sind die Weibchen das Höhere, die Stammmütter und Gründerinnen der Kolonien, die Männchen das Niedrigere. Um aber Eier zu legen, aus welchen Königinnen und Arbeiterinnen kommen, ist Befruchtung nöthig, und diese ist nur bei den vollkommenen Weibchen, unter den Bienen also nur bei der Königin möglich. In Drohneneiern findet man nie Samenkörperchen wie in den weiblichen Eiern. (Siebold, Leuckart, Dzierzon, Berlepsch). Parthenogenese kommt ferner vor bei Nacht- und Abendschmetterlingen: bei *Psyche*, *Solenobia*, dem Seidenschmetterling, (hier von Constant de Castellet schon im vorigen Jahrhundert beobachtet), dem amerikanischen *Bombyx polyphemus*, dem Abendpfaueauge und Pappelschwärmer, bei der Gallwespe *Diplolepis gallae tinctoriae*, bei *Apus*, *Limnadia gigas*, *Polyphemus oculus*, bei welchen sämmtlich bis jetzt keine Männchen gefunden wurden, wahrscheinlich auch bei *Daphnia*. Die Weibchen der Cocciden haben einen vollkommen entwickelten Zeugungsapparat; werden sie nicht befruchtet, so können sich die Contenta der Ovarien selbständig zu Individuen entwickeln.

1057. Zwischen Parthenogenese und Generationswechsel gibt es Zwischenformen, und die Blattläuse stellen eine solche dar, jedoch mit größerer Hinneigung zum Generationswechsel. Isolirt man ein neugeborenes Junges einer Blattlaus vollständig, so gehärt es doch nach einigen Tagen zahlreiche Jungen; wird von diesen wieder eines isolirt, so begibt sich das Gleiche und so fort bis in die neunte Generation. (Bonnet.)
 Blattläuse: *ceptaculum* Man hat solche
 und sel... die geschlechtlichen
 begun... genannt, die sich
 der Jungen

gehen eben so aus Zellenbildung hervor, wie die aus Eiern entwickelten.

1058. Die jungfräuliche Erzeugung ist eine Hilfsanstalt der Natur, ohne welche die Honigbiene mit ihrer complicirten Oekonomie und andere der genannten Thiere, bei welchen Männchen wenigstens sehr selten sind, oder Pflanzen wo die Befruchtung sehr erschwert oder unmöglich ist, nicht bestehen könnten. Man kann sie nicht wie Radtkofer thut „nur als eine besondere Form der ungeschlechtlichen Vermehrung, der monogenetischen Zeugung“ ansehen, denn sie kommt nur bei weiblichen Wesen, nicht etwa auch bei männlichen vor. Die parthenogenetischen Pflanzen und Thiere müssen, scheint es, nicht sowohl als ungeschlechtliche, sondern als verborgen hermaphroditische Wesen angesehen werden, weshalb sie die Species zu erhalten vermögen. Es ist denkbar, daß Parthenogenese unter gewissen Umständen auch bei anderen Arten organischer Wesen möglich ist.

1059. Darin aber kommt die parthenogenetische Zeugung mit der ungeschlechtlichen (welche ich nicht monogenetische nennen möchte) überein, daß wie bei dieser die individuellen Charaktere des mütterlichen Organismus in den Nachkömmlingen erhalten bleiben, während bei der geschlechtlichen Zeugung es mehr auf die Reproduction des typischen Charakters der Species abgesehen ist, weshalb die Eigenschaften der Eltern abgeschwächt werden, auch häufig ganz andere an ihre Stelle treten.

f. Der Generationswechsel.

1060. Dieser Vorgang, welchen Owen Metagenese nennt, wurde zuerst von Chamisso bei den Salpen entdeckt, aber erst von Steenstrup und den nach ihm Kommenden nach seiner Verbreitung und Wichtigkeit erkannt. Die Salpenkette besteht aus geschlechtlichen Individuen, die Einzelsalpen sind geschlechtslose Ammen, welche durch Knospenbildung Salpenketten entwickeln. Zwischen Generationen von Thier- und Pflanzenarten, welche sich auf geschlechtliche Weise durch Samen und Eier vermehren, beim Generationswechsel eine oder mehrere eingeschoben, wo es durch Theilung oder Sprossung geschieht; solche geschlechtslose, „geschlechtlichen „vorbereitende“ Wesen nannte Steenstrup

unpassend Ammen, welche auch in Bau und Gestalt von den geschlechtlichen oft sehr abweichen. Die aus Ammen entstehenden Individuen verhalten sich etwa wie Geschwister zueinander.

1061. So sind die Scheibenquallen die Geschlechtsthiere einer polymorphen Thierkolonie und entstehen durch Theilung geschlechtsloser, ihnen vorhergehender, ganz verschieden gestalteter Ammen. Bei den Medusen wurde die polypenähnliche Amme als eigenes Thiergeschlecht: *Scyphistroma* beschrieben, deren abgeschnürte Theile wieder als ein anderes: *Ephyra*. (Sars.) Bei *Coryne* ist der sogen. Polypenkopf eine Amme, an deren Grund die vollkommen anders geformten medusenähnlichen glockenförmigen Individuen hervorsprossen, sich dann losreißen und Eier erzeugen, aus welchen wieder *Coryne*, eine Ammengeneration kommt. Bei *Campanularia* und ähnlichen Polypen findet das Verhältniß unter einem Wechsel von wenigstens drei aufeinander folgenden Generationen statt, die, auf eine bestimmte Weise an einen Polypenstock vertheilt, ein Ganzes, eine Kolonie bilden. Bei Borticellen, bei Blattläusen, bei den Eingeweidewürmern findet Generationswechsel statt; am deutlichsten bei den Trematoden; die Cercarien sind die Larven der Distomen; die Thiere, in denen die Cercarien entstehen und aufwachsen, sind Ammen, welche in der zweiten Generation von Distomen abstammen, also nicht unmittelbar aus Eiern kommen. Bei den Bandwürmern ist der sogen. Kopf (*Scolex*) die Amme; aus ihr sproßt die Kette geschlechtlicher Individuen (*Proglottiden*) hervor, welche Sperma und Eier erzeugen, aus den ein Embryo hervorgeht, der wieder zu einer Amme erwächst.

1062. Beim Generationswechsel wird die Species durch die geschlechtlichen Individuen nicht vollständig repräsentirt, daher die Nothwendigkeit supplementärer Formen. Bei *Campanularia* und den verwandten Polypen sitzen die verschiedenen einander sehr unähnlichen Generationen auf demselben Stock; bei den Medusen und Salpen gleichen sich die Generationen etwas mehr; bei einigen Trematoden bleiben die späteren in der früheren bis zur vollen Entwicklung, bei anderen verlassen sie die Ammen früh und schwimmen frei herum. Bei den Blatt-

laufen sind bis neun vorbereitende Generationen beobachtet, deren letzte dann wieder geschlechtlichen Thieren den Ursprung gibt.

1063. Das Ammenwesen der Thiere erinnert an den christlichen Lebensgang der Pflanzen. Ihr Eigenthümliches ist, daß das aus dem Pflanzenei (Samenkorn) hervorgegangene Individuum nur nach einer ganzen Reihe von Zwischengenerationen wieder Individuen hervorrufen kann, welche im Stande sind, ihm gleiche Individuen hervorzubringen: Staub- und Fruchtblätter. Ein Baum ist deutlich eine nach einem bloß vegetativen Princip geordnete Kolonie verschiedenartiger Individuen, deren letzte geschlechtliche sind: Staub- und Fruchtblätter. Das Ammenwesen, meint Steenstrup, sei eine Unvollkommenheit, am Thierleben hängen geblieben, als dieses sich durch das Pflanzenleben emporhob.

1064. Manche, jetzt als Generationswechsel bezeichnete Erscheinung, wurde früher unter den Begriff der Metamorphose gebracht. Man ließ diese, wie sie bei den Insecten, Echinodermen und anderwärts vorkommt, durch unzureichende Ausstattung des Embryos bedingt sein; Generationswechsel sei nur ungeschlechtliche Vermehrung während des Larvenlebens. (Leuckart.) Man hat hervorgehoben, daß bei der gewöhnlichen directen Entwicklung aus dem Ei eine Menge von Keimzellen zu Grunde gehe, eine jedoch sich erhalte, die Entwicklung der anderen hemme und sich dieselben zur Bildung der späteren Gewebe des Embryos aneigne, während beim Generationswechsel mehrere Zellen sich zu entwickeln beginnen, aber auf einer tieferen Stufe stehen bleiben; nun beginnt eine andere Zelle sich zum Mittelpunkt einer neuen Entwicklung zu machen, bis der Typus der Art wieder erreicht ist. (Prosch.)

1065. Steenstrup zieht auch die Brutpflege in den Kreis des Generationswechsels, indem er die geschlechtslosen Individuen bei Termiten, Ameisen, Wespen, Hummeln, Bienen als Ammen betrachtet; ihre Thätigkeit hat sich, statt Brut aus sich zu erzeugen, zu einer Brutpflege der durch die geschlechtlichen Individuen erzeugten Jungen in Verbindung mit Kunsttrieb und bewußtem Willen entwickelt. „Die Ammen der Medusen zc. „verhalten sich zur wirklich vollkommenen Form (den geschlechtlichen Individuen) gerade so, wie die Arbeiterinnen unter den Ameisen und Bienen

zu den eierlegenden Weibchen“. Die vollkommene Entwicklung der Species wird also durch Ammen mit bloß vegetativer Thätigkeit oder — bei den Staaten bildenden Insecten — durch Pflegerinnen mit animaler Thätigkeit herbeigeführt, — in beiden Fällen sind es immer Weibchen. Wo Pflegerinnen sind, geschieht die Entwicklung der Art nicht durch mehrere Generationen, sondern durch mehrere Bruten derselben Generation.

1066. Generationswechsel ist da nothwendig, wo die Lebensdauer eines Individuums nicht hinreichen würde, die Bedingungen zu erfüllen, welche zur Erlangung der Geschlechtlichkeit und Entwicklung der Brut gefordert werden, was z. B. bei den Eingewelbewürmern nur in gewissen Organen gewisser Thiere möglich ist. Deshalb gehen meist vielerlei Wanderungen und Ammengenerationen voraus, um Zeit und Mittel für Erreichung jenes Zieles zu gewinnen. Generationswechsel ist eine Entwicklungsform, die nicht eine, sondern mehrere Generationen umfaßt. Man wollte neuerlich vom Generationswechsel noch die Heterogonie unterscheiden, wobei die Zwischengenerationen sich ungeschlechtlich fortpflanzen, wie z. B. bei den Blattläusen, die man deshalb als parthenogenetische Weibchen ansehen kann, eben so gut aber als Ammen, so daß die Begriffe hier ineinander fließen.

1067. Man kann mit Leuckart Generationswechsel, Brutpflege, geschlechtlichen Dualismus auch für mehr oder minder complicirte Formen der Arbeitstheilung ansehen, die auch im Pflanzenreich ganz allgemein herrscht, so daß man die meisten Gewächse als polymorphe Pflanzenstöcke ansehen muß, obschon auch viele Pflanzen ihren ganzen Entwicklungsschluß an einem einzigen Individuum durchlaufen. Man kann die Blätter als Ernährungsindividuen, die Wurzeltriebe als befestigende, die Achsenbildner als vegetative, die Blüthen als proliferirende, die Eichen als weiblich-geschlechtlich entwickelnde Individuen ansehen. Steenstrup hält die Blätter für die einzelnen Individuen der Pflanze, die sich in aufeinander folgenden Generationen ihrem Ziele, dem Fruchtblatte immer mehr nähern, womit natürlich die Ansicht vom Hermaphroditismus der meisten Pflanzen dahin fällt. Will man

nicht den Sproß für das Individuum halten, so ist Leuckart's Ansicht, nach welcher auch Wurzeltriebe und Stengelgebilde Individuen sind, umfassender und consequenter.

1068. Es leuchtet ein, daß zwischen der individuellen Metamorphose und der Artmetamorphose (Generationswechsel) Analogieen mit den großen Abtheilungen der organischen Reiche bestehen, wobei die unteren als die Ammengenerationen der oberen erscheinen, — eine Vorstellung, welche noch ansprechender als im Pflanzenreiche im Thierreiche ist, weil hier der Mensch als der vollendete Typus und das Ziel aller animalischen Entwicklung angesehen werden kann. (A. Braun, Vict. Carus.)

g. Mißbildungen.

1069. Alle Individuellen Wesen sind der Mißbildung fähig: die Arthstalle wie die Pflanzen, Thiere und Menschen. Sie können aus äußerer Hemmung und Störung oder aus einer Verwirrung des bildenden Princip's hervorgehen. Nämlich bei aller Bildung in der Natur ist ein Denkendes thätig, dessen Wirksamkeit jedoch nicht in unser Bewußtsein fällt. Wenn man, um eine analoge Erscheinung zur Erläuterung anzuführen, z. B. schreibt, so kann es durch äußere oder innere Veranlassung geschehen, daß die Aufmerksamkeit auf das eben zu schreibende Wort geschwächt wird und man schon mehr an das künftige denkt, wo dann eine syncretistische Mißbildung aus dem betreffenden und künftigen Wort zum Vorschein kommen kann.

1070. Man hat auch die Mißbildungen als Beweis anführen wollen, daß in der Natur nur blinde Kraft nach nothwendigen Gesetzen wirke. Die Mißbildungen entstehen wesentlich durch hemmende Umstände bei der Entwicklung, die oft außer ihnen liegen, — aber selbst sie liefern den Beweis, daß die bildende Kraft das hervorgebracht hat, was unter den ungünstigen Verhältnissen überhaupt möglich war.

Die Krankheit.

1071. Sie ist nicht, wie Mercado, Arzt Philipp's II. behauptete, bloß ein minus, eine Veraubung, auch nicht, wie Stark meinte, „auf das ganze Naturleben bezogen, von höchster Zweck-

Zahn soll die Scrophulose dem Normalverhältniß bei Knorpelfischen und Schlangen, das entzündliche Fieber der Lebensstimmung der Raubthiere, die Polycholie und Hypertrophie der Leber dem Verhalten bei Mollusken, Bleichsucht und Blausucht dem bei kalt- und weißblütigen Thieren entsprechen. Diese Analogieen treffen aber das wahre Wesen doch nicht; das Niedrigere ist nicht schon Krankes.

1075. Schönlein faßte die Krankheiten als eigenthümlich geartete, dem Normalleben feindliche Vorgänge auf, welche qualitative oder quantitative Aenderungen im Organismus herbeiführen, und, obwohl individuell modificirt, unter den verschiedensten Verhältnissen sich wesentlich gleich bleiben. Er brauchte die äußeren Formen der Krankheiten zur Eintheilung und gab dieser eine naturgeschichtliche Gestalt. Kademacher erklärte die Krankheit als eine specifische Veränderung eines Organs oder des Gesamtorganismus, welche nach unerforschbaren Naturgesetzen Menschen in den verschiedensten Graden und Formen befällt, eine sinnlich unerfaßbare Veränderung, welche sich jedoch verräth durch Mobilisation des Gemeingefühls, locale Empfindungen und objective Aenderungen der Absonderungen und des Kreislaufes. Ringseis sieht die Krankheiten, die er als eine Folge der Sünde betrachtet, irrig als selbständige immaterielle Wesen mit eigenem Leibe an, welchen sie dadurch sich anbilben, daß sie sich eines bestimmten Theiles des Organismus bemächtigen, in ihm Wurzel schlagen, zu ihrer Ausbildung und Verleiblichung Säfte anziehen und, indem sie Pseudorganismen mit bestimmter Lebensdauer erzeugen, in den organischen Lebensproceß störend oder vernichtend eingreifen, auch Empfindung, Vorstellung, Gedanken verändern. Die Geisterwelt übt einen Einfluß auf die Krankheiten der Menschen. Den Tod aus Alter hält Ringseis für die Folge der Entwicklung eines angeborenen chronischen Krankheitskeimes.

1076. Die Krankheit entsteht durch innere Ursachen, subjective Diathesen, oder durch äußere Ursachen. Es können Massen von Elementartheilschen degeneriren, von ihrer Bestimmung abfallen, nach anomalen Gesetzen und Bewegungen wirken, oder es

mäßigkeit". Wenn Liebig die Gesundheit definirt als Gleichgewicht zwischen Verbrauch und Ersatz und die Krankheit als eine Störung dieses Gleichgewichtes durch Erhöhung des Verbrauches ohne Ersatz, so ist damit, wie ich glaube, zwar eine begleitende Erscheinung, aber nicht das Wesen der Krankheit bezeichnet. Eine solche Störung würde bloß Hunger und zuletzt den Hungertod, aber nicht Krankheit herbeiführen. So wird die Medicin sich auch schwerlich mit der Erklärung des Fiebers begnügen, welches „auf größerer Krafterzeugung in Folge einer krankhaften Umsezung der belebten Körpertheilchen“ beruhen soll. Krankhafte Umsezung erzeugt eben nicht Kraft.

1072. Die Krankheit ist das Nichtseinsollende, Widersprechende, Verkehrte, Naturwidrige, eine positive Alteration und Depravation, wie die Sünde in der sittlichen Welt, und hat wie diese ihre Geseze, ihre Krisen, bestimmten Verlauf und Consequenzen, verursacht wie diese Schmerz und Leiden. — Hippocrates und große Aerzte auch der Neuzeit geriethen bei der Krankheit auf den Gedanken eines *Ision*, eines von der Gottheit Verhängten.

1073. In der Krankheit geht die Harmonie in Disharmonie, die Ordnung in Zerrüttung über. Werden die dissentirenden nicht von den treugebliebenen Lebensmächten überwunden, so endigt die Krankheit mit theilweisem oder allgemeinem Sterben. Gemeinschaftlich ist allen Krankheiten die Störung der Umbildungs- und Verjüngungsvorgänge in den Elementartheilen des Organismus. Ihr Ziel ist die Vernichtung des Organismus oder einzelner Energieen und Theile desselben, die Krankheit ist wesentlich Todesproceß. — Wäre die Krankheit nicht, so wüßten wir nichts von der Gesundheit, so wenig als vom Guten, wenn das Böse nicht wäre.

1074. Stark (1838) sah die Krankheit als ein parasitisches Individuum an, Product eines wahren Zeugungsactes des fränkenden Princip als männlichen, des Organismus als weiblichen Factors. Hoffmann sah in ihr ein Zurücksinken auf tiefere Lebensstufen, was schon Sydenham und Stark ausgesprochen hatten, eben so Oken, wenn er sagte: die Pathologie des Menschen ist die Physiologie der Thiere. Nach Stark und

Jahn soll die Scrophulose dem Normalverhältniß bei Knorpelfischen und Schlangen, das entzündliche Fieber der Lebensstimmung der Raubthiere, die Polycholie und Hypertrophie der Leber dem Verhalten bei Mollusken, Bleichsucht und Blausucht dem bei kalt- und weißblütigen Thieren entsprechen. Diese Analogieen treffen aber das wahre Wesen doch nicht; das Niedrigere ist nicht schon Krankes.

1075. Schönlein faßte die Krankheiten als eigenthümlich geartete, dem Normalleben feindliche Vorgänge auf, welche qualitative oder quantitative Aenderungen im Organismus herbeiführen, und, obwohl individuell modificirt, unter den verschiedensten Verhältnissen sich wesentlich gleich bleiben. Er brauchte die äußeren Formen der Krankheiten zur Eintheilung und gab dieser eine naturgeschichtliche Gestalt. Rabemacher erklärte die Krankheit als eine specifische Veränderung eines Organs oder des Gesamtorganismus, welche nach unerforschbaren Naturgesetzen Menschen in den verschiedensten Graden und Formen befällt, eine sinnlich unerfaßbare Veränderung, welche sich jedoch verräth durch Modification des Gemeingefühls, locale Empfindungen und objective Aenderungen der Absonderungen und des Kreislaufes. Ringseis sieht die Krankheiten, die er als eine Folge der Sünde betrachtet, irrig als selbständige immaterielle Wesen mit eigenem Leibe an, welchen sie dadurch sich an bilden, daß sie sich eines bestimmten Theiles des Organismus bemächtigen, in ihm Wurzel schlagen, zu ihrer Ausbildung und Verleiblichung Säfte anziehen und, indem sie Pseudorganismen mit bestimmter Lebensdauer erzeugen, in den organischen Lebensproceß störend oder vernichtend eingreifen, auch Empfindung, Vorstellung, Gedanken verändern. Die Geisterwelt übt einen Einfluß auf die Krankheiten der Menschen. Den Tod aus Alter hält Ringseis für die Folge der Entwicklung eines angeborenen chronischen Krankheitskeimes.

1076. Die Krankheit entsteht durch innere Ursachen, subjective Diathesen, oder durch äußere Ursachen. Es können Massen von Elementartheilchen degeneriren, von ihrer Bestimmung abfallen, nach anomalen Gesetzen und Bewegungen wirken, oder es

können durch äußere Umstände einzelne Systeme oder Organe, bestimmte Potenzen unverhältnißmäßig begünstigt oder benachtheiligt werden, oder es können krankmachende Substanzen von außen in den Organismus gelangen. Es gibt deren in Luft, Wasser und Erde, welche dem gesunden Organismus feindlich gegenüber stehen, weil sie nach anderen Gesetzen existiren; sie schlagen nach ihrer Natur in diesen oder jenen Theilen ihren Sitz auf, suchen die Thätigkeit der Elementartheilchen ihrer eigenen Bedeutung gemäß zu ändern und treiben sie zur Erzeugung anomaler Producte und Gebilde, die wieder abnorme Reactionen hervorrufen. *)

*) In neuester Zeit betrachtet man niedere parasitische Pilze als Erzeuger mannigfacher Krankheiten. Bei allen Erkrankungen durch Parasiten spielt nach Hallier die kleinste und einfachste Hefenform, welche er *Micrococcus* nennt, eine Rolle. Bei der Cholera, bei Scharpocken, Kuhpocken, Menschenblattern, der Seidenraupenkrankheit, Milzbrand, wahrscheinlich auch bei Wechselfieber, Typhus, Malaria ist ein jedesmal von einem bestimmten Pilz oder Alge stammender *Micrococcus* da. Alle Contagien und Miasmen werden nach ihm durch den M. von Algen und Pilzen gebildet, welcher das penetrirende und zerstörende Princip ist. Auch alle fauligen Zersetzungen: Kartoffelsäule, Milchsäule, Holsäule werden durch den M. ganz bestimmter Pilze eingeleitet, die man aus ihm erziehen kann. Der M. kann die feinsten Capillaren passiren, denn er ist viel kleiner als die kleinsten Pilz- und Algensporen. Er kann, durch die Zunge aufgenommen, bis in die Milchdrüsen vorbringen. Nach Küchenmeister wird das Blatterngift durch die Zunge aufgenommen und in der Haut ausgeschieden. Den Cholerapilz, von dem man bis jetzt nur den *Micrococcus* kennt, nennt Hallier *Urocystis oryzae*. (Parasitologische Untersuchungen 2c., Leipzig 1868.) Hallier's Angaben erfahren jedoch vielen Widerspruch und es sind weitere Untersuchungen abzuwarten. — Nach Forel starben die Barsche im Genfersee im Frühling 1867 zu Hunderttausenden; die Untersuchung wies im Blute zahlreiche Bacterien nach. Chavannes möchte hingegen diese Epizootie dem in der Leber encystirten *Triacnophorus nodulosus* Rud. zuschreiben. Verhandl. der schweiz. naturf. Gesellschaft von 1867.

1077. Manche ursprünglich seelische Krankheiten reflectiren sich bei größerer Energie und längerer Dauer in den entsprechenden leiblichen Organen, und ursprünglich leibliche Uebel können Störungen im Seelenleben veranlassen. — Je vollkommener der Organismus, je zahlreicher seine Beziehungen, desto complicirter und zahlreicher sind seine Krankheiten. Daß der

Mensch die meisten hat, ist Folge seiner Natur und seiner Weltstellung.

1078. Jede Gewebeart kann auf eigenthümliche Weise erkranken, jedes System hat seine besonderen Krankheiten. Die Erkrankung eines Gewebes oder eines Organencomplexes kann sich auf andere fortpflanzen und in diesen Krankheiten hervorgerufen, die ihrer specifischen Natur entsprechen; hiedurch entstehen vielartige, zusammengesetzte Krankheiten. In jedem Menschen verhalten sich Gesundheit und Krankheit individuell, darum kann den einen krank machen, was den anderen gesund läßt. Die Krankheiten, verwandtschaftlich ferner oder näher verbunden, können theilweise ineinander übergehen oder sich ablösen.

1079. Die Krankheiten haben ihre bestimmte Periodicität, ihre regelmäßigen Schwankungen, welche letzteren zum Theil mit den tellurischen Perioden und Vorgängen übereinstimmen, so daß Erheben und Sinken an bestimmte Tages- und Jahreszeiten gebunden ist. Auch nach dem Aufhören mancher Krankheiten bleibt gleichsam noch ihr Gespenst zurück, wie nach Choleraepidemieen an vielen Orten genau ein Jahr nach dem Ausbruch Cholerasymptome fast epidemisch wieder auftreten. — Jedes organische System hat seine besonderen Krankheiten; das Fieber ist die wesentlichste Krankheit des Blutsystems, die Urkrankheit, Dyspnoe die des Athmens, Zurückhaltung und Colliquation der Absonderung, Dyspepsie der Verdauung &c. Man spricht von Neurosen, Hämatosen, Morphosen &c.

1080. Die Krankheiten sind sporadische, endemische durch locale Einflüsse, epidemische, sie sind erblich oder nicht, nur gewisse Krankheiten können epidemisch werden; in der Steigerung sporadischer zu epidemischen tritt Machtentwicklung, größere Energie ein. Pestepidemieen überwältigen sowohl die jährliche als die stationäre Constitution, verbreiten sich über weite Gegenden und die stärksten Individuen widerstehen ihnen oft am wenigsten, wie einem mächtigen Feuer auch schwer schmelzbare Körper nicht widerstehen. Die endemische Krankheit dauert so lange als die lokalen, sie erzeugenden Einflüsse, hat etwas von der Zähigkeit der Rassen- und Stammescharaktere, der Sitten und Vorurtheile, die epidemische wirkt mit der Gewalt einer revolutionären Idee und

können durch äußere Umstände einzelne Systeme oder Organe, bestimmte Potenzen unverhältnißmäßig begünstigt oder benachtheiligt werden, oder es können krankmachende Substanzen von außen in den Organismus gelangen. Es gibt deren in Luft, Wasser und Erde, welche dem gesunden Organismus feindlich gegenüber stehen, weil sie nach anderen Gesetzen existiren; sie schlagen nach ihrer Natur in diesen oder jenen Theilen ihren Sitz auf, suchen die Thätigkeit der Elementartheilchen ihrer eigenen Bedeutung gemäß zu ändern und treiben sie zur Erzeugung anomaler Producte und Gebilde, die wieder abnorme Reactionen hervorrufen. *)

*) In neuester Zeit betrachtet man niedere parasitische Pilze als Erzeuger mannigfacher Krankheiten. Bei allen Erkrankungen durch Parasiten spielt nach Hallier die kleinste und einfachste Hefenform, welche er *Micrococcus* nennt, eine Rolle. Bei der Cholera, bei Scharpocken, Kuhpocken, Menschenblattern, der Seidenraupenkrankheit, Milzbrand, wahrscheinlich auch bei Wechselfieber, Typhus, Malaria ist ein jedesmal von einem bestimmten Pilz oder Alge stammender *Micrococcus* da. Alle Contagien und Miasmen werden nach ihm durch den M. von Algen und Pilzen gebildet, welcher das penetrirende und zersetzende Princip ist. Auch alle fauligen Zersetzungen: Kartoffelsäule, Albensäule, Holzsäule werden durch den M. ganz bestimmter Pilze eingeleitet, die man aus ihm erziehen kann. Der M. kann die feinsten Capillaren passiren, denn er ist viel kleiner als die kleinsten Pilz- und Algensporen. Er kann, durch die Lunge aufgenommen, bis in die Milchdrüsen vordringen. Nach Küchenmeister wird das Blatterngift durch die Lunge aufgenommen und in der Haut ausgeschieden. Den Cholerapilz, von dem man bis jetzt nur den *Micrococcus* kennt, nennt Hallier *Urocystis oryzae*. (Parasitologische Untersuchungen 2c., Leipzig 1868.) Hallier's Angaben erfahren jedoch vielen Widerspruch und es sind weitere Untersuchungen abzuwarten. — Nach Forel starben die Barsche im Genfersee im Frühling 1867 zu Hunderttausenden; die Untersuchung wies im Blute zahlreiche Bacterien nach. Chavannes möchte hingegen diese Epizootie dem in der Leber encystirten *Triclaenophorus nodulosus* Rud. zuschreiben. Verhandl. der schweiz. naturf. Gesellschaft von 1867.

1077. Manche ursprünglich seelische Krankheiten reflectiren sich bei größerer Energie und längerer Dauer in den entsprechenden leiblichen Organen, und ursprünglich leibliche Uebel können Störungen im Seelenleben veranlassen. — Je vollkommener der Organismus, je zahlreicher seine Beziehungen, desto complicirter und zahlreicher sind seine Krankheiten. Daß der

Mensch die meisten hat, ist Folge seiner Natur und seiner Weltstellung.

1078. Jede Gewebeart kann auf eigenthümliche Weise erkranken, jedes System hat seine besonderen Krankheiten. Die Erkrankung eines Gewebes oder eines Organencomplexes kann sich auf andere fortpflanzen und in diesen Krankheiten hervorrufen, die ihrer specifischen Natur entsprechen; hiedurch entstehen vielartige, zusammengesetzte Krankheiten. In jedem Menschen verhalten sich Gesundheit und Krankheit individuell, darum kann den einen krank machen, was den anderen gesund läßt. Die Krankheiten, verwandtschaftlich ferner oder näher verbunden, können theilweise ineinander übergehen oder sich ablösen.

1079. Die Krankheiten haben ihre bestimmte Periodicität, ihre regelmäßigen Schwankungen, welche letzteren zum Theil mit den tellurischen Perioden und Vorgängen übereinstimmen, so daß Erheben und Sinken an bestimmte Tages- und Jahreszeiten gebunden ist. Auch nach dem Aufhören mancher Krankheiten bleibt gleichsam noch ihr Gespenst zurück, wie nach Choleraepidemieen an vielen Orten genau ein Jahr nach dem Ausbruch Cholerasymptome fast epidemisch wieder auftreten. — Jedes organische System hat seine besonderen Krankheiten; das Fieber ist die wesentlichste Krankheit des Blutsystems, die Urkrankheit, Dyspnoe die des Athmens, Zurückhaltung und Colliquation der Absonderung, Dyspepsie der Verdauung zc. Man spricht von Neurosen, Hämatozen, Morphonosen zc.

1080. Die Krankheiten sind sporadische, endemische durch locale Einflüsse, epidemische, sie sind erblich oder nicht, nur gewisse Krankheiten können epidemisch werden; in der Steigerung sporadischer zu epidemischen tritt Machtentwicklung, größere Energie ein. Weltepidemieen überwältigen sowohl die jährliche als die stationäre Constitution, verbreiten sich über weite Gegenden und die stärksten Individuen widerstehen ihnen oft am wenigsten, wie einem mächtigen Feuer auch schwer schmelzbare Körper nicht widerstehen. Die endemische Krankheit dauert so lange als die localen, sie erzeugenden Einflüsse, hat etwas von der Zähigkeit der Rassen- und Stammescharaktere, der Sitten und Vorurtheile, die epidemische wirkt mit der Gewalt einer revolutionären Idee und

gewinnt durch die Masse des erzeugten Contagiums eine breite Basis ihrer Existenz.

1081. Die Contagien scheinen sämmtlich in parasitischen Organismen aus der Classe der Pilze und Algen zu bestehen. Bestimmte Arten erzeugen die Menschenpocken, die Masern, den Scharlach, die syphilitischen Geschwüre, die Cholera. Sie reproduciren sich im Körper, vermehren sich in ihm, so daß er zu einem Ansteckungsherd für andere wird. Miasmen sind flüchtige Krankheitsstoffe, die im menschlichen Körper sich nicht vervielfältigen, daher ein Mensch den anderen nicht damit anstecken kann, miasmatische Krankheiten werden nie contagiös. Die Malaria ist ein eigenthümliches Miasma, welches die Sümpfe aushauchen.

1082. Sind die Vorräthe des Contagiums erschöpft, so erschöpfen Epidemien, welche ganze Länder verwüstet hatten: so die Pest des Thukydides; die Syphilis, die Bubonenpest, der Aussatz dauern fort, weil ihr Contagium immer neu erzeugt wird. Manche Contagien haben seit langer Zeit ihre Natur nicht verändert, wie seit wohl 1000 Jahren das der Pocken sich gleich blieb; andere, wie jenes der Syphilis, nahmen andere Beschaffenheit an, minderten ihre Wirkung. Das Choleracontagium (*Urocystis oryzae*?) scheint immer neu aus Indien importirt werden zu müssen. Ob die Cholera mit dem schwarzen Tod identisch ist, ist kaum mehr zu ermitteln.

1083. Gewisse Krankheiten beschränken sich oder schließen sich ganz aus, wie z. B. Aussatz und Pest, Krätze und Typhus, Phtisis und Wechselfieber, Pest und gelbes Fieber. Der Aussatz, vor der Syphilis Jahrhunderte hindurch in Europa epidemisch, nahm ab und verkroch sich gleichsam in einzelne Winkel, als jene erschien. Nach Joissac besserte sich beim Ausbruch der Cholera in Frankreich eine häßliche, jeder Behandlung trogenbe Flechte und folgte genau den Phasen des Steigens und Fallens der Cholera im umgekehrten Sinn; bei deren Erlöschen schwand jede Spur der Besserung. Andere Krankheiten verstärken sich, wie z. B. die Scropheln durch die Ruhpockenblattern, die Syphilis durch Scropheln oder Scorbut, wenn sie im selben Individuum

sich zusammenfinden. Im Ganzen schließen sich die epidemischen Krankheiten der alten und neuen Welt gegenseitig aus.

1084. Indem im Laufe der Zeiten bald dieses bald jenes organische System vorzugsweise ergriffen wird, ändert sich der allgemeine Krankheitscharakter, die stationäre Constitution. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts waren in Europa fast alle Krankheiten gastrisch, vom Anfang des 19. bis 1813 nervös, dann ein Decennium hindurch entzündlich, hierauf wieder mehr gastrisch, nervös, typhös. Bis in die zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts waren die Menschen in Europa reich an Faserstoff des Blutes, dann trat Armuth an demselben ein. Es gab Perioden, wo der nervöse Charakter herrschend war, andere, wo Gallenkrankheiten vorherrschten und wieder solche, wo das Gegentheil stattfand. Jede dieser Constitutionen entsteht allmählig, erreicht ihren Gipfelpunct und sinkt dann wieder, wobei schon die nächste hereinspielt. Die stationäre Constitution wird natürlich nach den Rassen und Hauptstämmen sich sehr verschieden verhalten.

1085. Die jährliche Constitution beruht auf den Wechselln der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Luftströmungen und wiederholt sich daher in regelmäßiger Wiederkehr, so lange die klimatischen Verhältnisse eines Landes die gleichen bleiben. Ihr zu Folge walten im Frühling und Herbst Katarrhe, Rheumatismen, Ruhr und Diarrhoe, Wechsel- und Nervenfieber vor, im Sommer Leber-, im Winter Lungenkrankheiten (Kohlenstoff- und Sauerstoffkrankheiten, wie Liebig sagt). Die jährliche Constitution wird von der stationären beherrscht, so daß gewisse in der jährlichen begründete Krankheiten sich nicht zu entwickeln vermögen, wenn ihnen die stationäre entgegen steht, wie z. B. während der Blüthe der entzündlichen Constitution fast keine Wechselfieber vorkamen.

1086. Ein allgemeiner Krankheitscharakter für die großen Geschichtsperioden läßt sich kaum aufstellen; Häser wollte indeß den Krankheits- (und Gesundheits-) Charakter des Alterthums als vegetativ, des Mittelalters als animalisch, der Neuzeit als sensitiv bezeichnen. — Zu den ältesten Krankheiten gehören Ausatz, Gicht und vielleicht auch die Pest. Vor dem Mittelalter

war schon ein großer Theil der gegenwärtigen Krankheiten da; speciell gehören ihm an das heilige Feuer und die Tanzwuth. Die psychischen Krankheiten — mit Ausnahme der Dämonomanie — haben in neuerer Zeit zugenommen, weil jetzt das Hirnleben überwiegt, wie im Mittelalter das Leben des Herzens und des Gefäßsystems.

1087. Wie die Erde ihre Faunen und Floren, so hat die Menschheit nach geographischer Länge und Breite ihre bestimmten Krankheitsformen. In der nördlichen gemäßigten Zone finden sich Influenza, Nadesyge, Weichselzopf, Spitaltyphus, Keuchhusten, Schweiffieber, in der Tropenzone Ausatz, gelbes Fieber, Maws, Pians. Gewisse Krankheiten sind zwar (wie Schmarozerthiere und Unkräuter) allverbreitet, aber doch hier oder dort häufiger, z. B. die Phtisis in der nördlichen gemäßigten und kalten Zone. Um das Mittelmeer berühren sich Krankheiten der warmen und kalten Gegenden. Manche Länder, wie Neusüdwaless, sind bis jetzt von Epidemieen ganz frei geblieben.

1088. Die Contagien der Weltseuchen entstehen unter einem Zusammentreffen unbekannter Umstände; diese Krankheiten decimiren unbestimmte Zeiten hindurch die Völker, wechseln in Zusammenziehung und Ausbreitung, Nachlaß und größerer Wuth, erlöschen scheinbar wie ein schweigender Vulcan, um unerwartet aufs neue aufzuflammen, und schwinden endlich, zuweilen noch eigenthümliche Uebel zurücklassend.

1089. Von der Erde verschwunden sind die aus Aethiopien kommende Pest des Thukydides, welche mehrmals binnen acht Jahrhunderten die Levante und Griechenland verheerte, der schwarze Tod, im 14. Jahrhundert in Asien, Europa und Nordägypten grauenvoll wüthend, das englische Schweiffieber, im 15. und 16. Jahrhundert besonders England heimsuchend. Jetzt noch lebende Epidemieen sind die Bubonenpest, welche im 6. Jahrhundert zuerst epidemisch auftrat; die Pocken, wahrscheinlich erst im gleichen Jahrhundert entstanden; der Ausatz, die älteste aller Epidemieen; die Cholera, seit den ältesten Zeiten da, aber erst seit 1817 furchtbar; der Petechialtyphus; die Syphilis, am Ende des 15. Jahrhunderts entstanden; das gelbe Fieber, welches seinen Ursprung nahm, als die Europäer nach Amerika kamen;

der Scharlach vom 15. oder 16. Jahrhundert. Alle diese Krankheiten, die Syphilis ausgenommen, befallen selten zum zweitenmal oder doch gelinder, ihre Contagien sind nicht auf Thiere übertragbar, sie ordnen sich alle anderen Krankheiten unter und sind mörderischer, wenn sie ein neues Land überziehen. Ihre Abhängigkeit von Länge und Breite, Klima und Jahreszeit ist äußerst gering, ausgenommen das gelbe Fieber, welches an bestimmte Temperatur und Höhe gebunden ist, dann Pest und Cholera, welche niedrigere Temperatur nicht leicht ertragen.

1090. Die regenlosen glühenden Wüsten und sandigen Küstenstriche Südwestasiens und Nordostafrikas sind die Heimath der atheniensischen und Bubonenpest, das sumpfige Nildelta vielleicht der Lepra und Elephantiasis, das Gangesdelta sicher der Cholera, wo ihr Contagium immer neu erzeugt wird. Aus der hochliegenden Gobi kam der schwarze Tod und wahrscheinlich auch das englische Schweiffieber, auf dem mexicanischen Plateau ist der Matlazahuatl endemisch, der feuchtheiße Küstenstrich am mexicanischen Golf ist die Geburtsstätte des gelben Fiebers. Pest, Cholera, Wechselfieber, Ausatz steigen nicht in bedeutende Höhen hinauf, der Matlazahuatl nie in die Tiefe herab. — Wie der größte Theil des Menschengeschlechts sind auch die meisten dieser Krankheiten von Ost nach West gewandert, Syphilis und gelbes Fieber aber von Südwest nach Nordost.

1091. Berühren sich zwei fremde Rassen oder zwei verschieden organisirte Völker, so entstehen bis dahin unbekannte Krankheiten, welche anfangs sehr heftig auftreten. Die Völkerwanderung brachte den Ausatz, die Vermischung mit Mauren und Saracenen Masern und Pocken, die mit westindischen Indiern das gelbe Fieber und die Syphilis. Diese Berührung und Vermischung wirkt um so verderblicher, wenn sich Krieg, Noth, ungesundes Klima beigesellen, wodurch sporadische Krankheiten zu epidemischen sich steigern können.

1092. Die Decimierung der Menschheit durch Seuchen wie durch Revolutionen und Kriege hat sich bis jetzt als eine grausame Nothwendigkeit erwiesen, es scheint eine Anzahl Menschen zum Untergang durch sie bestimmt zu sein. Als durch die Kuhpockenimpfung die Zahl der durch die Kinderblattern Unterlegenen

ungemein verringert wurde, breiteten die hitzigen Exantheme, Masern, Scharlach und der Croup, ihr Gebiet und ihre Verwüstungen weiter aus. — Aber den Todesmächten stehen Lebensmächte entgegen, wenn der eine Eimer sinkt, steigt der andere. Auf verheerende Seuchen folgt meist eine ungewöhnliche Fruchtbarkeit, und die verbesserten Zustände der menschlichen Gesellschaft lassen die Hoffnung zu, daß ihre Macht und ihr Gebiet immer mehr eingeschränkt werden. — Manche Krankheiten sind in fortwährender Abnahme begriffen, so der Ausatz und die orientalische Pest; andere haben zugenommen, wie der erst im 18. Jahrhundert ausgebildete furchtbare Croup und die noch neueren Scropheln.

1093. Jede Krankheit hat ihre Affinitäten, ihre besondere Stellung zu bestimmten Völkern, Lebensaltern, Geschlecht. Die Cholera schont weder Alter noch Geschlecht; das gelbe Fieber ergreift selten Mulatten, sehr selten Neger; der Matlazahuatl nur Rothe; Syphilis soll weniger ansteckend zwischen Europäern als zwischen diesen und Schwarzen sein; die Mannschaft lange auf dem Meere befindlicher Schiffe — welche dadurch sich homogen geworden ist — erkrankt leicht durch Ankunft von Fremden, was auch erfolgt, wenn auf wenig besuchten Inseln fremde Schiffe landen, worauf häufig verheerende Krankheiten unter den Eingeborenen ausbrechen. Thierische Contagien stecken entweder die Menschheit gar nicht an, oder wenn sie anstecken, wie Anthrax, Carbunkel, Hundswuth, so pflanzt sich das Contagium im angesteckten Individuum nicht fort, sondern erlischt in ihm, nur die Kuhpocke reproducirt sich im Menschen. Die wenigsten menschlichen Contagien sind auf Thiere übertragbar. Große Seuchen, wie Cholera und gelbes Fieber, machen zwar die Thiere erkranken, nehmen aber bei ihnen ein ganz anderes Ansehen an.

1094. Wandern Individuen oder Völker in Länder ein, welche sehr entlegen oder sehr verschieden von ihrer Heimath sind, so müssen sie Akklimatisirungskrankheiten durchmachen, nach deren glücklichem Verlaufe sie erst in der neuen Heimath lebensfähig werden. Die Lebensfähigkeit der verschiedenen Rassen ist aber nicht unbeschränkt; der Neger ist kaum lebensfähig schon an der Nordküste Afrikas, der Eskimo kaum in Deutschland; die Weißen sind es nicht in Centralafrika, mühsam

an den Küsten des tropischen Afrika und im indischen Archipel. Kinder weißer Eltern in Ostindien werden häufig bis zur Mannbarkeit nach Europa geschickt; dann nach Indien zurückgeführt, ertragen sie Land und Klima. Immer aber geht bei der Akklimatisation ein Theil der physischen und geistigen Eigenschaften des Menschen verloren — er wird ein anderer.

1095. Der Organismus hat eine beschränkte Heilkraft, indem er noch über die gewöhnlichen Aufgaben hinaus einige Leistungen zu vollbringen vermag. Die Heilung wird durch die normal gebliebenen Lebensmächte herbeigeführt, wenn es ihnen gelingt, das Ideal des normalen Seins annähernd wieder herzustellen, die dissentirenden Kräfte zur Unterordnung zurück zu führen, oft unter kritischer Ausscheidung pseudo-organischer Stoffe und Abstoßung keiner Reintegration mehr fähiger Theile. Die heilende Kraft fällt mit der bildenden und erhaltenden zusammen, die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts ist durch die ganze Construction des Organismus, die Balancirung seiner Bestandtheile bis zu einem gewissen Grade möglich gemacht. Die Heilkunst vermag in vielfacher Weise unterstützend, ergänzend, beschränkend zu wirken, ohne je zu einer „exacten“ Wissenschaft werden zu können, da die Complication der in jedem Individuum anders gewogenen und geordneten Potenzen jede Berechnung übersteigt, und ebenso die wahre Wirkung der Arzneisubstanzen in unzähligen Fällen ungewiß und dunkel ist, so daß viele Kranke nicht an der Krankheit, sondern an den Arzneien sterben. — Weil man die Abhängigkeit pathologischer Zustände von anderen Zuständen und Vorgängen und eben so die wahre Beschaffenheit ganzer Gruppen von Verbindungen im lebenden Körper viel zu wenig kennt, so läßt sich auch aus der chemischen Untersuchung pathologischer Objecte wenig Aufschluß gewinnen, und die Chemie kann der praktischen Medicin wenig Nutzen schaffen.

Heilmittel, Gifte.

1096. Im allgemeinen Zusammenhang der Dinge, wo Alles sich widerspricht oder ergänzt, sich hemmt oder fördert, müssen Substanzen und Kräfte da sein, welche den pathologischen Vor-

gängen entgegen wirken, sie aufheben können. Es ist also nach der Ahnung einer älteren Zeit, welche sich aber sehr irrig durch die sogen. Signaturen der Dinge hiebei bestimmen lassen wollte, die Existenz von Heilmitteln in der Natur denkbar und deren Entdeckung durch planmäßige Versuche herbeizuführen. Es sind häufig dieselben Mittel, welche den gesunden Organismus krank machen; zwischen Arznei und Gift ist keine Grenze. Das Princip der Homöopathie: *similia similibus curantur*, scheint nur in wenigen Fällen richtig zu sein, wie z. B. Copaivabalsam, Eubeben und Terpentindöl in großen Gaben bei Gesunden entzündliche Reizung der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut erzeugen und doch in den gleichen Dosen die entzündlichsten Tripper im acuten Stadium weit schneller heilen als antiphlogistische Mittel.

1097. Die Arzneimitteln sind stickstoffhaltige oder stickstofffreie. Die durch ihre Wirkung auf den menschlichen Organismus ausgezeichneten stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe weichen von den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln aus dem Pflanzenreiche in ihrer chemischen Constitution zum Theil ab und haben meist den Charakter der Basen. Chinin, Opium u. bewirken durch ihre Elemente Umsezung der Hirn- und Nervensubstanz, womit auch Empfindung und Bewegung anders werden. (Liebig.)

1098. Die Wirkung der Arzneien ist geheimnißvoll wie das Wesen der Krankheiten und kann nur selten aus deren chemischer Zusammensetzung beurtheilt werden. Das Strychnin unterscheidet sich vom Chinin nur durch geringe Unterschiede seines procentischen Stickstoff-, Kohlenstoff-, Wasser- und Sauerstoffgehaltes, und beide weichen darin vom Mehl und Eiweiß nicht wesentlich ab. *) — Gift ist ein ganz relativer Begriff; was für den einen Organismus Gift, ist für einen andern gleichgültig oder ein Heilmittel. Der Igel verzehrt spanische Fliegen in Menge; die Nashornvögel fressen die Rüsse von Strychnos nux vomica ohne Schaden, die Ziegen die Schierlingspflanze; von Giftpflanzen, welche höhere Thiere tödten, leben vielerlei Insecten. Gewisse Pflanzen sind nur für weiße oder weißgefleckte Thiere (Schafe, Schweine und Pferde) giftig, für schwarze oder schwarzgefleckte derselben Art unschädlich, was Wechselbeziehung zwischen Haut und Darm beweist. (Heusinger.) Manche

Gifte steigern gewisse Lebensprocesse auf den höchsten Grad, wie denn mit Arsenik vergiftete Fliegen ganz außerordentlich zur Begattung getrieben werden, ehe sie sterben, wo dann das Weibchen dem Männchen erst nach der präcipitirten Eierablage im Tode folgt. Einige Tropfen Säugethierblut in die Abern eines Vogels gespritzt tödten ihn unter den heftigsten Convulsionen in kürzester Zeit, wie das stärkste narcotische Gift, nicht in Folge einer merklich abweichenden chemischen Beschaffenheit, sondern in Folge des fremdartigen Lebens des Säugethierblutes, das rasch wie Schlangengift wirkt.

*) Nach Vogel: Strychnin Chinin

A	8,46	8,55
C	76,00	74,89
H	6,89	7,65
O	8,85	8,91

1099. Giftige Substanzen sind leicht zu verändern und zu zerstören, so Quecksilber, Arsenik, noch mehr die organischen Gifte. Blausäure, ein Mittel Ding zwischen organischer und unorganischer Natur, fault bald, verdunstet ungemein schnell und gefriert dabei. „Die reine concentrirte Blausäure ist der in sinnlicher Form sich darstellende Tod.“ Giftthiere sind träg und verdroffen, bewegen sich selten zur Lust; bei ihnen besteht steter Contrast von träger Ruhe und aufgeregter Heftigkeit. Sie lieben finstere, schmutzige Hinterhalte, haben fast alle große Bäuche, Brust und Herz sind verkümmert; sie fressen selten, aber dann oft im Uebermaß. Die Spinnen sind eine scheußliche Höllebrut, in der sich Wollust und Mordlust vereinen. Bei den von Schlangen verfolgten Thieren ist der entsetzliche Traum, von drohenden Gestalten verfolgt, nicht fliehen zu können, zur gewissten Wirklichkeit geworden. Der Gestank der Giftschlangen ist bei der Wuth viel stärker. „Ist ein Göttliches in der Natur, so ist auch ein Diabolisches darin. Im Jubel des Verhengenangs spricht sich das heilige Gefühl des ewig schaffenden Triebes aus; die Giftthiere fluchen ihrem Schöpfer wie die gefallenen Engel oder die Verdamnten.“ (Snell.) Es gibt keine giftigen Vögel und Säugethiere.

Der Tod.

1100. Der Organismus sucht im fluthenden All sich als fester Punct zu behaupten, das All will seine Isolation aufheben,

ihn in sich auflösen. In diesem äußeren Kampfe und in dem inneren seiner eigenen, durcheinander kreisenden, sich reibenden Kräfte spinnt sich das Leben des Organismus ab, unter wechselseitiger Förderung und Störung, immer nur bei relativer Gesundheit, und besteht, bis die Störungen nicht mehr ausgleichbar, Verjüngung und Neubildung nicht mehr möglich sind. Dann folgt der rechtzeitige Tod, der über alle lebenden Wesen verhängt ist, als unvollkommene und zeitliche Ausbrüche ewiger Ideen.

1101. Der rechtzeitige Tod erfolgt durch Schwäche, der vorzeitige durch Krankheit oder äußere Gewalt; den erstern leitet gleichgültige Ruhe ein, und er kommt, wie der Schlaf, nach dem Schlummer, dem vorzeitigen geht oft schmerzhafter Kampf der Lebens- gegen die Todesmächte voraus. Wenn die animalen Functionen längst aufgehört haben, können vegetative noch fortbauern, z. B. Haare und Nägel noch wachsen; einmal fand die Austreibung eines Kindes aus dem Uterus erst am vierten Tage nach dem Hinscheiden der Mutter statt. (Carus.) Der Nocht kann noch glimmen, nachdem die Flamme erloschen ist. — Die Todtenstarre wird durch das Aufhören der Bewegung des Nervenprincips eingeleitet, auf welches Stillstand und Gerinnung des Blutes in den Muskeln folgt.

1102. Durch den Tod wird die Form dieses bestimmten Wesens zerstört, seine Idee im universalen Geiste ist unzerstörbar, weil ewig, seine materielle Substanz, gleichsam herrenlos geworden, kehrt in den Strom des unorganischen Lebens zurück, wird für neue Anziehungen und Combinationen verfügbar und geht in neue Formen ein.

1103. Für die organischen Körper sind Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Salpeter-, Schwefel- und Phosphorsäure, die freigeswordenen Salze und Chlorüre, Huminsäure, Quellsäure, Quellsäure die Grundlagen der höheren Verbindungen und zugleich die Ausgangs- und Endpuncte desselben. Zucker, Fette, Eiweiß geben allmählig wieder ihre Indifferenz auf und zerfallen in Verbindungen, die immer mehr den Gegensatz von Basen und Säuren erkennen lassen, der während des Lebens sich verborgen hält. Pflanzen- und Thierkörper lösen sich nach dem Tode in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser auf.

Die erste Entstehung organischer Wesen.

1104. Die Vergangenheit hat keinen Anstand genommen, organische Wesen elternlos aus der gestaltlosen Materie durch die bildende Naturkraft erzeugen zu lassen; was ließen die Aegyptier nicht alles aus dem Nilschlamm hervorgehen! Die neuere Zeit bekämpfte seit Harvey, der das Axiom ausgesprochen: *omne vivum ex ovo*, diese Meinung und glaubt, weil man fast überall Fortpflanzungswerkzeuge entdeckt, jede *generatio aequivoca* leugnen zu müssen, obwohl Harvey unter *ovum* auch die keimfähige Substanz, überhaupt organische Materie verstanden hat. Es ist denkbar, daß einfache Wesen Fortpflanzungsorgane entwickeln können, wenn sie selbst auch mutterlos entstanden sind.

1105. Nach Liebig wird Albumin aus Blutserum, nachdem dieses neutralisirt worden, durch Wasser in kleinen Kügelchen niedergeschlagen. Andral und Gavarret neutralisirten das verdünnte Blutserum durch Schwefelsäure, worauf sogleich ein graulicher Niederschlag geschah, in welchem unter Einwirkung der äußern Luft Kügelchen, Bläschen und Cylinder von vegetabilischer Natur entstanden.

1106. Wenn Substanzen, welche bei ihrer Auflösung organischen Schleim geben, mit Wasser und Luft in dauernde Berührung gebracht werden, so entwickeln sich in kurzer Zeit sehr niedere Organismen, am ursprünglichsten und allgemeinsten Vibrioniden, namentlich *Bacterium termo* Duj., welches sehr rasch zuweilen in solcher Menge entsteht, daß die ganze Schleimmasse in dasselbe umgewandelt scheint und ein Tropfen Millionen Individuen enthält. *) Deters habe ich aus Baumstöcken, deren Stamm abgehauen war, Saftmassen hervorbringen sehen, welche die birn- oder kugelförmige Gestalt gewisser Pilze annahmen und sich augenscheinlich in solche umbildeten.

*) Pertz, zur Kenntniß kleinster Lebensformen, Bern 1852, S. 107 ff.

1107. Fälle, wo die *generatio aequivoca* absolut angenommen werden müßte, wo nicht die Möglichkeit einer Entstehung aus Keimen denkbar wäre, sind allerdings sehr selten, aber die positiven Beobachtungen zwingen auch nicht zum Schluß, daß überall Entstehung aus Keimen stattgefunden hat. In neuester

Zeit haben sich Hoffmann (Botan. Zeitung 1860), Schaafhausen, Whman, Reiserstein, Pasteur eingehend mit Versuchen hierüber beschäftigt, und der Letztere glaubt alle spontane Erzeugung widerlegt zu haben. Aber er hat die Existenz unendlich zahlreicher und verschiedenartiger Keime organischer Wesen, die er aus der Luft in die Infusionen gelangen läßt, nicht bewiesen. Er verstopfte die Flaschen mit Schießbaumwolle, in welchen sich die Keime fangen sollten, löste die Wolle dann auf und zeichnete das in ihr Steckengebliebene, in welchem man aber keine Infusorienteime oder eingekapselten Infusorien erkennen kann. Die durch sogen. Äroskope aus der Luft gesammelten Körperchen ließen keine Sporen von Gährungspilzen erkennen, höchstens und nur sehr selten Sporen höherer Kryptogamen. Und doch müßten die Sporen der verschiedenen Schimmel, der Gährungspilze und der Vibrioniden, welche letzteren Niemand gesehen hat, überall in der Luft zu Millionen vorhanden sein, denn überall, wo Luft zu Flüssigkeiten mit organischer Substanz gelangt bei nicht zu niedriger und nicht zu hoher Temperatur, tritt Zersetzung der Substanz, Gährung und Schimmelbildung ein, die Pasteur eben durch jene Pilze verursacht glaubt, deren Sporen in die Flüssigkeit gelangen sollen. Jedenfalls ist auch durch seine Versuche die Unmöglichkeit der generatio aequivoca für gewisse Pilze und die Vibrionen nicht erwiesen. Crivelli und Maggi bohrten Hühnereier an, ließen einen Theil des Eiweißes auslaufen, durchbohrten dann mit einem glühenden Stilet das Eigelb, füllten das Ei hierauf mit kochendem Wasser zu und verschlossen die Oeffnung sorgfältig mit Wasser. Nach fünf Tagen fand sich *Vibrio lineola* und *Bacterium termo* in bedeutender Zahl in den Eiern, ihrer Ansicht nach spontan entstanden. Sie hatten abwechselnd Feuer, siedendes Wasser und Schwefelsäure angewandt, um die von Pasteur in der Luft behaupteten Keime zu zerstören, welche übrigens weder sie, noch Pouchet, Musset und Soly je sehen konnten. *)

*) Vergl. Pouchet, Nouv. expérience sur la génération spontanée et la résistance vitale, Paris 1864.

Die chronologische Ausbildung der organischen Natur.

1108. Thiere und Pflanzen gehen, sofern sie nicht durch Theilung oder Knospung entstehen, aus einer Zelle hervor, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, und gelangen nach einer mehr oder minder complicirten Metamorphose zur vollkommenen Gestalt. Es liegt nahe, als Grundlage der organischen Schöpfung eine Summe einfachster plasmatischer Keime anzunehmen, sphäroidische Bläschen, entstehend im leichteren Gewässer, wo Meer, Erdoberfläche und Atmosphäre sich berühren und vom Sonnenlicht durchleuchtet und erwärmt werden. Die Gestalt ist überall das Product des gestaltenden Triebes und des ihm entgegenstehenden Widerstandes. Die Urform muß die Kugel sein, weil in dieser Gestaltungstrieb und Widerstand an allen Punkten gleich sind und aus ihr sich alle anderen Gestalten ableiten lassen.

1109. Sene kleinsten plasmatischen Sphäroide, welche sich durch Wimpern oder Pseudopodien bewegten, waren von Anfang an nur scheinbar homogen, in Wahrheit aber schon specifisch verschieden. Aus ihnen mochten vermöge ihrer Entwicklungsfähigkeit zunächst Formen hervorgehen, welche bereits den vegetabilischen und animalischen Charakter deutlicher erkennen ließen.

1110. Von dieser Grundlage aus entspringen nun zwei wesentlich verschiedene Anschauungen. Die Vertreter der einen, welche das Walten eines schöpferischen Principes in den aufeinander folgenden Erbaltern und Organisationsphasen leugnen, lassen aus einigen wenigen Grundformen durch stete Umwandlung im Laufe von Millionen Jahren die ganze organische Welt hervorgehen, weshalb alle Pflanzen und Thiere, die ausgestorbenen, lebenden und zukünftigen, einander blutsverwandt sind; das allgemeine Band zwischen ihnen ist gemeinschaftliche Abstammung.

1111. Diese Anschauung, schon früher fragmentarisch ausgesprochen, wurde bekanntlich in der letzten Zeit durch Darwin nach allen Richtungen ausgebildet. Die Organismen ändern sich fortwährend und vererben diese Aenderungen; gewisse Varietäten sind besser geeignet, den „Kampf um das Dasein“ zu bestehen und sich den äußeren Umständen, welche sich ebenfalls ändern, „anzupassen“, erhalten sich daher als auserwählte, während

andere, minder vortheilhaft organisirte, zu Grunde gehen. Indem manche Thiere gewisse Organe sehr viel brauchten, wurden sie immer vollkommener, z. B. Flügelstummel zu Flügeln; flog ein Vogel selten, so verkümmerten zuletzt seine Flügel, und so ging aus einem trappenartigen Vogel der Strauß hervor. Die Nachkommen wurden den früheren Generationen immer unähnlicher, aus Varietäten entstanden verschiedene Arten, aus diesen verschiedene Sippen, Familien, Ordnungen, Classen. Daß von feststehenden Arten u. hiebei nicht die Rede sein kann, leuchtet ein.

1112. In der Wirklichkeit sieht man aber viele Anstalten eben zur Erhaltung der Arten, Widerwille verschiedener Species gegen die Begattung, Unfruchtbarkeit der Bastarde, Neigung der Varietäten, in die Stammart zurückzukehren (*Atavismus*). Darwin selbst findet es staunenerregend, daß vielleicht nach Hunderten von Generationen verlorene, der ursprünglichen Stammart angehörende Merkmale wieder erscheinen.

1113. In den Organismen der Tertiärzeit erkennen wir, heißt es, noch einen Theil der jetzt lebenden, während wir die Ahnen von Tertiärorganismen in der Kreide auffinden. Je weiter wir zurückgehen, desto unähnlicher werden die Formen den jetzigen, obwohl alle späteren aus den früheren entstanden sind. Galeopithecus, der fliegende Maki, ist aus einem Urmaki entstanden und gab der Fledermaus den Ursprung, indem sich durch *natural selection* Vorderarm und Finger allmählig verlängerten. Aus fliegenden Fischen konnten besflügelte Landthiere hervorgehen. Die so verschiedenen elektrischen Fische, der Zitterrochen, Zitterwels, Zitteraal! hatten nach Darwin einen gemeinschaftlichen Ahnen, eben so die Asclepiadeen und Orchideen, denn ihre Pollenmassen sind eigenthümlich und gleich gestaltet.

1114. Indem das einfachste Auge eines Geschöpfes sich vortheilhaft änderte und diese Aenderung sich vererbte, sind durch Summirung die vollkommenen Augen entstanden, ähnlich wie aus dem einfachsten Mikroskop und Teleskop nach und nach die gegenwärtigen wurden. Die natürliche Züchtung wird dabei eine Kraft genannt, welche beständig jede geringe zufällige Aenderung in den durchsichtigen Körpern des Auges „genau beobachtet und jede Abänderung sorgfältig auswählt, die ein deutlicheres Bild

hervorbringt“, wobei man nur nicht begreift, wie eine blinde unbewusste Kraft beobachten und auswählen soll. — Die Schönheit der Thiere, namentlich der Männchen, lassen die Darwinianer durch geschlechtliche Auswahl entstanden sein, indem die Weibchen immer die schönsten Männchen wählen, und die Schönheit soll sich durch Vererbung steigern, — eine dürftige und ungenügende Ansicht!

1115. Auch die complicirtesten Instincte haben sich durch natürliche Züchtung allmählig ausgebildet, wie Darwin meint. Es scheint aber vielmehr, daß Triebe und Instincte mit der Art gegeben und nicht angelernt seien, und daß sie sich seit der Diluvialperiode nicht verändert haben. *Formica sanguinea*, die wohl vor 100,000 Jahren vom Continent nach England übergegangen ist, hat dort die gleichen Sitten wie bei uns. Eben so haben die Insecten Schwabens die gleichen Sitten wie die entsprechenden Arten bei uns. — Ganz unstatthaft ist die Behauptung von Herklotz, die Raubthiere seien nicht zweckmäßig organisirt worden zur Ertragung des Hungers, sondern sie hätten, durch die Nothwendigkeit gezwungen, ihn im Laufe der Jahrtausende ertragen gelernt. Es können Thiere wohl psychische Fähigkeiten von den Eltern ererben, aber den Hunger muß jedes Individuum selbst wieder lernen. Die Fähigkeit dazu ist allerdings in der Organisation gegeben, die auch dem Fleischfresser wieder unverhältnißmäßig große Mengen von Nahrung auf einmal zu sich zu nehmen gestattet.

1116. Andere haben Darwin's Lehre weiter zu entwickeln gesucht. Fritz Müller z. B. betrachtet die Naupliusform, d. h. die Larvenform kleiner Süßwasserkrebsschen, namentlich des Cyplops, als die Urform der Crustaceen. Die gegenwärtigen stielängigen Krebse gelangen von der Naupliusform zur Zoeaform, und die Insecten haben ihre Stammutter in einer Zoea, die auf das Land ging. — Das plötzliche massenhafte Erscheinen neuer Organismen in den Erbschichten wird zum Theil durch stattgehabte Wanderungen erklärt.

1117. M. Wagner (die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen, Leipzig 1868) hält für das Entstehen neuer Arten Wanderungen für unumgänglich nöthig;

die in veränderte Umstände gerathenen Individuen werden aber nur dann bleibende Varietäten, richtiger beginnende Arten bilden können, wenn sie von ihren früheren Artgenossen in der alten Heimath getrennt bleiben. Auch wenn man vorzügliche Rassen züchten will, muß man die hiefür gewählten Individuen von den geringeren getrennt halten. — Wanderung wird hauptsächlich durch den Kampf um Raum, Nahrung, Fortpflanzung herbeigeführt. Viele alpinische Arten von Käfern, Schmetterlingen, Vögeln scheinen nur Varietäten in der Tiefe lebender Arten zu sein; findet kein Nachrücken letzterer zu ersteren statt, also keine weitere Kreuzung mehr, so werden diese unter den neuen Umständen allmählig zu neuen Arten. So läßt M. Wagner neue Arten von *Tetracha* entstehen, wenn sich Individuen vom feuchten Flußufer auf die trockene Savanne verirren. Manche Käferarten verschiedener Etagen der Cordilleren seien durch Trennung von den früheren Artgenossen entstanden, eben so ein *Crotalus* auf dem Plateau von Costa rica aus dem größern *Crotalus horridus* der Tiefregion. Die isolirten Vulcankolosse des Plateaus von Quito begünstigen die Entstehung neuer Arten aus zugewanderten Individuen, darum hat jeder Vulkan eigene Arten von Pflanzen und Schmetterlingen u.

1118. Das Migrationsgesetz soll auch erklären, warum niedere Formen sich nicht schon längst in höhere verwandelt haben. Die Zuchtwahl, für sich nicht unbedingt nothwendig, ist an Migration, Absonderung und veränderte Lebensbedingungen gebunden. Organismen, immer am gleichen Orte bleibend, werden sich eben so wenig ändern als andere mit außerordentlichem Wanderungsvermögen, wie die sogen. kosmopolitischen, weil diese überall einzelne Individuen ihrer Art treffen, mit denen sie sich paaren können. Ibis und Krokodil sollen sich darum nicht verändert haben, weil sie Standthiere in abgeschlossenem Gebiet mit unveränderten Lebensbedingungen sind. — M. Wagner beschränkt sich vorsichtig nur auf Entstehung neuer Arten, und die Gründe, welche er für die Nothwendigkeit der Migration und Absonderung anführt, sind allerding's beachtenswerth, wenn auch Weismann*) sie durch Hinweisung auf die Menge von Formen bei *Planorbis multiformis* zu widerlegen glaubt, die ohne zu wandern sich nach

und nach im gleichen Süßwassersee entwickelt haben. Hilgenborg, welcher im Steinheimer Süßwasserkalk diese Schnecke zu Millionen fand, unterschied nämlich 19 Varietäten, welche man ohne die Uebergänge für Arten halten müßte, jede in einer bestimmten Schicht und an den Grenzen die Uebergänge. (Berliner Monatsber. 1866, S. 474.) Migration wird, meine ich, bei jenen Organismen nicht nöthig sein, welche entweder durch ihre Natur zur Veränderung mehr geneigt sind, oder wo auf der gleichen Stelle die Lebensbedingungen sich bedeutender ändern.

*) Ueber die Berechtigung der Darwin'schen Theorie, Leipzig 1868.

1119. Bei manchen Thierarten gibt es mehrere Formen der Männchen und Weibchen; so unterscheidet Fr. Müller die zweierlei verschieden organisirten Männchen der Affel *Tanaia dubia* als Riecher und Packer; bei *Papilio Memnon* kommen drei in Farben und Form verschiedene Weibchen vor; manche Schmetterlinge haben zwei- oder dreierlei Raupen, so der Windig- und Lindenschwärmer, der Taubenschwanz, der Oleanerschwärmer und Sphinx Elpenor. Hier haben also Arten auf derselben Wohnstätte sich in mehrere Formen differenzirt.

1120. Darwin, der an kein Gesetz nothwendiger Vervollkommenung glaubt, indem mit natural selection Vervollkommenung nicht nothwendig verbunden ist, nimmt auch keinen Plan in der Schöpfung an; „gemeinsame Abstammung ist das unsichtbare Band, die einzig bekannte Ursache der Aehnlichkeit organischer Wesen, nicht aber ein unbekannter Schöpfungsplan“. Er meint, auch jede Fähigkeit des Geistes könne nur stufenweise erworben werden, und vergißt also die Genies, welche unberechenbar und meteorartig zu allen Zeiten kommen, und von denen die eigentlich neuen Bahnen und Schöpfungen ausgehen.

1121. Um die Descendenztheorie zu stützen, nimmt man an, daß die Variabilität wildwachsender Pflanzen so groß oder noch größer sei als die der cultivirten. Wie bei letzteren die Aehnlichkeit allein von gemeinsamer Abstammung herrührt, so sei es auch bei den wildwachsenden, z. B. den Habichtskräutern, von denen Nägeli glaubt, man könnte die europäischen Formen auf

nur drei Arten zurückführen. Die Hieraciumarten des Systems wären nach ihm durch Umwandlung aus untergegangenen oder noch bestehenden Formen entstanden, und es sei ein großer Theil der bei der Spaltung entstandenen Zwischenglieder noch vorhanden, die in anderen Sippen verschwunden sind, wo wir dann scharf getrennte Arten vor uns haben.

1122. Darwin hat hervorgehoben, daß die Culturvartietäten der Pflanzen vorzüglich jene Theile ausbilden, welche für die menschliche Oekonomie die werthvollsten sind, der Weizen die Körner, der Rohl die Blätter, die Runkelrübe die Knollen, die Obstarten die Früchte, indem zuerst unbewußt, dann bewußt jene Individuen zur Zucht gewählt wurden, welche die betreffenden Eigenschaften in höherem Grade besaßen. Was der Mensch künstlich bewirkte, habe die Natur durch die äußeren Umstände herbeigeführt, wo dann nur die Individuen sich erhielten, welche jenen sich am besten anpassen konnten, während andere untergingen. So entstehen zuletzt Organisationsverhältnisse, die den Schein umsichtiger Berechnung an sich tragen. *) Ferner schließt er, daß bei der Fortentwicklung der Varietäten namentlich jene sich erhalten müssen, welche am meisten von der Stammform und unter sich abweichen, weil bei solchen die Concurrenz geringer ist als bei den nahverwandten, sie daher auf dem gleichen Boden nebeneinander fortkommen können. Daher die Erscheinung, daß bei den verschiedenen Species einer Sippe so häufig die Mittelformen fehlen.

*) Dazu ist zu bemerken: Daß der Mensch mit Bewußtsein gewisse Pflanzen zur Zucht wählen konnte, welche etwas ihm Nützliches unter seinem Einfluß hervorbringen sich geeignet zeigten, wurde doch nur dadurch möglich, daß Pflanzen mit Anlagen hierzu überhaupt geschaffen worden waren.

1123. Es ist eine weitere Consequenz dieser Lehre, daß die Accommodation oder Adaption an die äußeren Umstände auf die morphologische Umbildung der Theile einen sich immer steigenden Einfluß üben und z. B. bei den Pflanzen eine Fülle eigenthümlicher Bildungen herbeiführen muß, wie sie ihrem Aufenthalte und ihren Bedürfnissen entsprechen. Die einen werden sich selbständig aufrichten, die anderen sich um andere schlingen oder auf sie stützen oder auf ihnen schmarozgen; manche, welche keine

größeren Holzkörper bilden können, werden unterirdisch ausbauern und in jeder Vegetationsperiode blätter- und blüthentragende Sprossen nach oben treiben. Gelangen Pflanzen in veränderte Umstände, so können sich leicht wegen der Erbllichkeit Theile bei ihnen erhalten, die nun keine Function mehr zu verrichten haben.

1124. Nach der Descendenztheorie sind alle Pflanzen und Thiere unter sich blutsverwandt, im Laufe unendlich langer Zeiten entstandene Abkömmlinge derselben Grundform. Jede Art ist als Varietät einer früheren an einem bestimmten Orte und in einer bestimmten Zeit entstanden und hat sich von hier aus durch Wanderungen ausgebreitet. Nach Darwin kann jeder Organismus nach den verschiedensten Richtungen variiren; nach Nägeli hat jede Pflanze die Neigung, dieß nur nach einer bestimmten Richtung zu thun und so sich zu größerer Vollkommenheit zu erheben, wodurch dann die Existenz der morphologisch so differenten Abtheilungen der Pflanzenwelt herbeigeführt würde.

1125. Es ist mit der Lehre Darwin's, welche bis zu einem gewissen Grade berechtigt ist, wie mit einem Glaubensdogma; die einmal davon Ergriffenen sehen keine Hindernisse mehr und glauben mit ihm Berge versetzen zu können. Leicht ist es, einmal das Princip zugegeben, alles Mögliche aus ihm abzuleiten. Die großen Schwierigkeiten, welche dieser Lehre entgegenstehen, konnten aber mit aller Anstrengung nicht weggeräumt werden. Äußere Umstände und Gebrauch oder Nichtgebrauch von Organen bringen wohl kleinere Aenderungen hervor, vermögen aber nie den Typus zu ändern. Möglicherweise stammen die jetzigen Pferdearten von den Tertiärpferden ab, die Elephanten vom Mammuth, der Gavial des Ganges von dem Gavial im württembergischen Rias, manche Mollusken und Pflanzen von solchen der Tertiärzeit.

1126. Durch die unzähligen Züchtungsversuche seit alter Zeit mit Tauben und dem indischen Vuschvogel hat man wohl sehr viele Varietäten, aber keine neue Art erhalten, und doch wirkte hier der Einfluß des Menschen mächtig ein. Die Thiere, welche vor mehreren Jahrtausenden auf den ägyptischen Monu-

menten und Wandgemälden abgebildet wurden, und die eben so alten Mumien lassen nicht die geringste Abweichung von den lebenden erkennen. Die Sitten und Instincte der Thiere sind sich seit vielen Jahrtausenden gleich geblieben.

1127. In den Petrefacten führenden Schichten überwiegen die gut charakterisirten Arten, etwa 30,000 an der Zahl, wie in der lebenden Schöpfung weit über jene, welche man für Mittelformen nehmen könnte, obwohl gerade diese nach Darwin's Lehre die viel zahlreicheren sein müßten. Außerdem kann vielleicht ein Theil jener Mittelformen durch Bastardzeugung entstanden sein. Die „Unvollkommenheit der geognostischen Forschungen“, auf welche sich Darwin beruft, trifft eben so gut die der seinigen entgegengesetzte Lehre.

1128. Wenn auch die Haupttypen des Thierreiches sich schon in sehr alten Schichten repräsentirt finden, so geschieht es nur durch niedrigere Formen; in Schichten, welche noch unter den silurischen liegen und die von Barrande sogen. Primordialfauna enthalten, kommen nur Trilobiten, Mollusken und Seeesterne, keine Wirbelthiere vor. Der Schwede Torfell hat in den letzten Jahren Reste von Pflanzen (vielleicht Monocotylen) und marinen Röhrenwürmern in den allerältesten auf dem Gneißgranit Schwedens liegenden Schiefen unter den ältesten Silurschichten gefunden, und Nordenfliod hat in jenem Gneißgranit Kohle, vielleicht als Restbium von Pflanzen, nachgewiesen.*)

*) Jenzsch behauptet, mitten in den Gemengtheilen echter krystallinischer Massengesteine zahllose pflanzliche und thierische Organismen gefunden zu haben, versteinert zum Theil im Moment der Fortpflanzung, der Conjugation. So im Melaphyr von Zwidau und vom Thüringerwald, im Quarzporphyr von Halle, in den eingewachsenen Quarzen. Er spricht von *Arceella*, von *Rhynchopristes Melaphyri* aus der Ordnung der Geißelinfusorien, von zwei gepanzerten Käberthieren: *Tricolos Melaphyri* und *Thuringia*, von mehrzelligen Algen. In die von Wasser erfüllten zahllosen Ritzen und Spalten der krystallinischen Gesteine seien Wasser und jene Geschöpfe gedrungen und hätten bis zu der plötzlich eingetretenen Krystallisation in dem flüssigen Versteinerungsmittel gelebt. Der Primordialzustand jener krystallinischen Gesteine habe nach Gewinnung ihrer bestimmten Lage sich auf nassem Wege öfter metamorphosirt, was noch fortbauere. (Ueber eine mikroskopische Flora und Fauna krystallinischer Massengesteine, Leipzig 1868.) Es ist abzuwarten, ob und wie weit sich diese Angaben bestätigen werden.

1129. Es ist kein Grund vorhanden, eine Vervollkommenung der organischen Natur in den Erbaltern zu leugnen, welche sich auch in einzelnen Classen und Abtheilungen deutlich ausspricht. So erscheinen zuerst nur gestielte Seesterne, dann freie, zuletzt Seeigel, zuerst nur vierkiemige Kopffüßer (Ammoniten u.), dann die zweikiemigen, in den Devon'schen Schichten nur Fische, vom Jura und der Kreide an Reptilien, am spätesten Säugethiere und Vögel, von den Säugethiern wieder Deuteltiere im Jura, Delfphine in der Kreide, alle übrigen erst in der Tertiärzeit, der Mensch erst am Ende derselben. Von Pflanzen überwogen in der Steinkohlenzeit die Gefäßkryptogamen, im Trias die Nadelhölzer und Cycadeen, erst in der Tertiärzeit die Dicotyleboneen. Wie in der Menschheit hat auch in der Natur ein Fortschritt statt gefunden. Die urweltlichen Arten noch jetzt lebender Geschlechter und Familien hatten einen mehr embryonischen Charakter; die früher lebenden Dicksäuter und Wiederkäuer z. B. ähnelten, abgesehen von der Größe, Jungen der gegenwärtigen, — nach Agassiz, welchem freilich Pictet und Huxley nicht beistimmen. — Zu allen Zeiten gab es neben den höheren Formen auch niedrige, weil die Erreichung der höchsten Formen nicht das einzige Ziel der schöpferischen Bewegung war, sondern auch eine reiche Mannigfaltigkeit lebender Wesen, entsprechend den irdischen Verhältnissen und zur Ausführung vielfacher Aufgaben geeignet.

1130. Die erste Organisation konnte nur im Meere entstehen und erst bei einiger Ausdehnung der Landmassen, nachdem auf die ersten niedrigen Landpflanzen etwas höher entwickelte erschienen waren, mochte es zu einer Landfauna und Landflora kommen (Bronn's Terripetalgesellschaft), deren Ursprung auch zu jenen protoplasmatischen Urformen zurückführt, deren Nachkommen einen amphibischen Charakter annahmen, welcher bei der Mehrzahl immer mehr terrestrisch wurde. Die ersten Luftathmenden und landbewohnenden Thiere zeigen sich erst in den Steinkohlenschichten.

1131. Die fossilen Reste zeigen auffallende, durch keine Uebergänge ausgefüllte Lücken, und plötzlich erscheinen neue Gruppen von Thieren und Pflanzen, von welchen sich früher kaum Spuren finden, wie Trilobiten, Labyrinthodonten, Ptero-

dactyliden welche ganz unvermittelt im unteren Rlas auftreten und bis zur weißen Kreide da sind, endlich die Säugethiere, welche Manche von den mesozoischen Sauriern, Andere von Amphibien abstammen lassen wollen, obwohl zu beiden keine Brücke ist.

1132. Alle organischen Wesen sind unter sich verwandt, gehören zu einem großen System, ohne daß sie deshalb sämmtlich voneinander abzustammen brauchten. In der gegenwärtigen Schöpfung findet man oft ähnliche Formen, durch weite Fernen voneinander getrennt, wie unter den untergegangenen Organismen ähnliche, die durch ungeheure Zeiten voneinander geschieden sind. Man kann nur in manchen Fällen die Aehnlichkeit durch gemeinschaftliche Abstammung oder stattgefundene Wanderungen erklären.

1133. Wer kann glauben, daß etwa die Spinnen von Pantostoma abstammen oder die Käfer und Neuropteren von den Strepsipteren, weil diese Charaktere jener beiden Ordnungen in sich vereinen? Oder daß etwa die sämmtlichen Würmer und Gliederfüßer aus Echinoderes hervorgegangen sind, weil dieser gewissen Anneliden und zugleich frei lebenden Copepoden gleicht?*) Oder daß die Hornfieser der Schildkröten und der Schnabel der Vögel, der Gabelknochen der Monotremen und Vögel, die Kloake der ersteren und der Reptilien, das beutelförmige Organ des Emu und der Marsupialien, die zwei Gelenkhöcker am Schädel der Amphibien und Säugethiere, die zu einer nahtlosen Kapsel verwachsenen Schädelknochen der Monotremen und Vögel, die elektrischen Organe bei himmelweit verschiedenen Fischen, die gleichgeformten Pollenmassen der Orchideen und Asclepiadeen auf gemeinschaftliche Abstammung deuten? Es haben sich eben in all diesen Fällen analoge Verhältnisse partieller Art unter sonst verschiedenen Umständen wiederholt, wenn für sie die nöthigen Bedingungen vorlagen, zum Theil bestimmte Zwecke erreicht werden sollten. So ist beispielsweise es auch nicht nöthig, eine gewisse Uebereinstimmung im Baustil und Ornamentik bei den untergegangenen centralamerikanischen Völkern und bei den Aegyptern auf Rechnung einer gemeinschaftlichen Abstammung zu setzen. Eher könnte man in der Natur an Reminiscenzen des schöpferischen Principes denken, welches in verschiedenen Zeiten und Orten

Ähnliches hervorbringt. Die Verwandtschaft der organischen Wesen ist der Hauptsache nach eine innere, begriffliche, und die Descendenz spielt nur eine untergeordnete Rolle. **)

*) S. über Echinoderes Greef in Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn, 3. Febr. 1869.

**) Eine von Dr. Brunner v. Wattenwyl, einem ausgezeichneten Orthopterenkenner hervor gehobene Erscheinung ist, daß unter den Acrybioten geflügelte und kurz- oder ungeflügelte Species verschiedener Sippen Analogie zeigen. Nämlich bei den un- oder kurzgeflügelten Arten ist das Pronotum hinten immer gerade abgestutzt oder ausgerandet, bei den langgeflügelten läuft es in eine Spitze aus, welche das Mesonotum überragt. Dann ist bei den verkümmertflügeligen der Bruststachel immer spitz oder plattgebrückt, bei den geflügelten drehrund. Es werden nun sieben Paare solcher analogen, aber generisch verschiedenen Species angeführt (Verhandl. der zool.-bot. Gesellsch. in Wien 1861) die aber immer verschiedenen Sippen angehören, so daß zu einer rudimentär geflügelten oder flügellosen Art sich eine auffallend ähnliche Art in Sippen mit ausgebildeten Flügeln findet, wobei der Sippencharakter aufrecht erhalten bleibt. Brunner will nun diese Formen durch natürliche Züchtung auseinander entstehen lassen; die geflügelte Species sei die Urform, aus dieser sei die ungeflügelte entstanden, zugleich habe sich immer das Pronotum abgestumpft und der Bruststachel abgeplattet, wodurch das Insect beweglicher wurde, da es nicht mehr fliegen konnte. Es habe sich also in derselben Species das Genus geändert. — Diese Erscheinung könnte noch eher auf natural selection beruhen. Man muß dabei nicht vergessen, daß manche unserer generischen Unterschiede minder schwer ins Gewicht fallen als manche spezifische.

1134. Jede Art ist an einem bestimmten Punkte (Schöpfungscentrum) und sogleich in einer mehr oder minder großen Anzahl von Individuen entstanden und hat sich von hier aus verbreitet. Unter ähnlichen Umständen in entfernten Gegenden entstanden ähnliche, aber nicht die gleichen Arten; deshalb sind oft die Species einer Sippe, oder verwandte Sippen und Familien in weit voneinander entfernte Gegenden zerstreut. Deshalb gleichen sich z. B. die Crustaceen Englands und Neu-Seelands, nicht weil sie von einem Punkte zum anderen durch Wanderung gelangt sind, wie Darwin annimmt, der während der Eiszeit eine Zerstreuung der Organismen über die ganze Erde behauptet und die Pflanzen des höchsten Nordens und der hohen Gebirge der nördlichen Halbkugel nach Feuerland und den Falklandsinseln gelangen läßt. Es fragt sich dabei sehr, ob

die dort vorkommenden Arten wirklich identisch und nicht bloß sehr ähnlich seien. Wenn in der Plioänzeit die Circumpolarländer eine gemeinschaftliche Thier- und Pflanzenwelt hatten, die beim Kälterwerden südwärts wanderte, so reicht dieses nur zum kleineren Theile zu, um die Aehnlichkeit der Organisation in Europa und den Vereinigten Staaten von Nordamerika zu erklären.

1135. Die Alpenpflanzen und Thiere sind wahrscheinlich mit den hochnordischen von einem Bildungsherde ausgegangen und haben sich doch in der Schweiz trotz der anderen Umstände nicht verändert; die Nachkömmlinge der Diluvialflora der Schweizeralpen sind nicht zu unterscheiden von den gleichen Arten Islands und Grönlands. So haben auch norwegische Krebse an der Küste Dalmatiens ihren Artcharakter bewahrt. Seit der Diluvialzeit sind keine neuen Arten mehr entstanden, wohl aber zahlreiche Varietäten, und einzelne Arten sind erloschen. Sogar in den schweizerischen Schieferkohlen findet man die jetzigen Pflanzenarten der Schweiz, selbst noch die jetzigen Varietäten der Haselnuß und einer Schneckenart. (Heer.)

1136. Die organische Natur war anfänglich wegen der allgemein herrschenden höheren Temperatur in allen Breiten sich ähnlich, obwohl es selbst in der Steinkohlenzeit nicht ganz an topographischen Unterschieden fehlt. Doch zeigt die Kohlenalkfauna von Timor die größte Gleichförmigkeit mit den Kohlenalkfaunen der entlegensten anderen Erdstriche und es fehlt dort nicht an Arten, die auch bei uns häufig sind. (Behrich.) Mit der Abkühlung, die erst in der Tertiärzeit sehr merklich wurde, traten Zonenunterschiede ein und die Zahl der Arten nahm zu.

1137. Ohne Zweifel haben seit den ältesten Zeiten Aenderungen auf der Erde und eine Umwandlung der Organismen statt gefunden, aber nur zum Theile durch die jetzigen allmählig wirkenden Kräfte und bei den Organismen durch natürliche Auswahl und Anpassung an die äußeren Verhältnisse. Jede Pflanzen- oder Thierart kann sich nur in bestimmter Weise durch die äußeren Einflüsse verändern, welche daher, wenn sie auch gleich sind, bei verschiedenen Pflanzen- und Thierarten verschiedene Aenderungen hervorbringen werden, weil jede Art von denselben Einflüssen nach ihrer Natur besonders afficirt wird und

in eigenthümlicher Weise darauf reagirt. Insoferne läßt sich die ganze organische Schöpfung wieder auf das Grundgesetz von Ursache und Wirkung zurückführen, und erscheint zunächst durch die kleinsten Theilchen der Materie bestimmt, und zwar sowohl der die Organismen als die Erde bildenden. Mit den Veränderungen der Erde änderte sich auch die organische Natur.

1138. Man muß zugleich eine Anzahl gewaltigerer, rascher verlaufender Aenderungen auf dem Planeten annehmen, verbunden mit potenzirter Entwicklung der Organisation und Untergang nicht mehr lebensfähiger Theile derselben, wie der Trilobiten am Ende der paläozoischen Zeit, der Ammoniten und großen Landsaurier am Ende der mesozoischen.

1139. Die Blüthen der Blüthenpflanzen, wurde gesagt, seien durch das Bedürfniß erzeugt worden, die Insecten anzulocken, und weil die honigsuchenden Insecten zahlreicher in der Tertiärzeit auftreten, sei das Gleiche mit den großen gefärbten Blumen der Fall, welche von Apetalen abstammten, indem bei einzelnen Varietäten etwas Honig ausgeschieden wurde; die „natürliche Züchtung“ steigerte die Absonderung und ließ die Kronen größer werden. Verschwänden die Insecten, so würden auch die glänzenden Blumen und Honiggefäße verschwinden und die Fortpflanzungsorgane der Phanerogamen von kleinen grünlichen Blättern umgeben werden wie jene der Kryptogamen. (Nägeli.)

1140. Allerdings besteht eine gegenseitige und zwar innige Beziehung zwischen der Pflanzenwelt und den Insecten, aber man darf deshalb nicht glauben, daß die Entwicklung beider durch solche Momente secundärer Art bestimmt wurde. Jedes Reich hat sich nach seinem eigenen Schema entwickelt, in seine einzelnen Momente oder Stufen auseinander gelegt, und nur weil beide Reiche wieder in einem höheren Ganzen umfaßt sind, kam es zu Beziehungen zwischen ihnen. Das Pflanzenreich mußte von blüthenlosen zu Blüthenpflanzen fortschreiten, so wie das Thierreich vom Infusorium zum Wurm, Insect und Wirbelthier. Anzunehmen, die Blüthenpflanzen seien in der Tertiärzeit erschienen, weil in dieser die honigsuchenden Insecten zahlreicher wurden, ist gerade so, als wollten wir annehmen, die Entstehung der Eucadeen und Coniferen im Trias

und ihre Vermehrung in Jura im der Kreideperiode sei eine Folge des Auftretens der zahlreichen großen Landsaurier dieser Perioden gewesen, welche sie verzehren wollten. — Das Unzureichende Darwin'scher Anschauungen zeigt sich am deutlichsten bei großen Verhältnissen, und es ist sehr übertrieben, von dieser Lehre eine gänzliche Umwandlung der ganzen menschlichen Weltanschauung zu erwarten, wie manche ihrer Anhänger glauben.

1141. Die Erdalter, eine Zeit lang gleichmäßig verlaufend, endigten mit Katastrophen, und mit dem Eintritt einer neuen Periode fand auch theilweise Erneuerung der organischen Natur statt. Im selben Erdalter erlitt die Organisation nur eine geringe Veränderung, die großen Aenderungen waren an die Entwicklungskrisen der Erde gebunden. Es ist denkbar, daß jene ersten still und allmählig erfolgenden Aenderungen die Species vorbereiteten und reif machten zu jenen rasch und in bedeutendem Grade vor sich gehenden großen, die dann wohl den Schein erzeugen, als fehle zwischen den alten und neuen Typen jede Vermittlung.

1142. Die einzelnen Erdalter hatten ihre bestimmte Thier- und Pflanzenwelt, die alten Formen verschwanden und mit den neuen Zuständen waren neue Formen da. Zwar rettete sich ein Theil der früheren Wesen in die neue Ordnung der Dinge, war in ihr lebensfähig, bequeme sich unter Modificationen des Baues an, wie etwa jetzt Thiere der alten Welt, wenn nach Amerika oder Neuholland versetzt. Es war keine Katastrophe ganz allgemein; immer konnte sich von unter das Meer sinkenden Gegenden ein Theil der Bewohner oder ihrer Samen und Keime nach stabilen Gegenden retten und von solchen aus wurden auch wieder über das Meer erhobene Gegenden von neuem bevölkert. Aber jene Accommodation und damit Fortdauer in den neuen Zuständen war nicht in allzuweite Schranken eingeschlossen.

1143. Zwischen gewissen Perioden hat sich jedoch bis jetzt keine Verbindung ermitteln lassen; so nicht zwischen dem Permien und dem zur Trias gehörenden Buntsandstein, auch nicht zwischen Trias und Jolith, indem in beiden Fällen immer eine ganz neue Organisation auftritt. Man hat bis jetzt keine Art der paläolithischen Zeit noch in der mesolithischen gefunden, keine oder fast

keine der Triasperiode im Dolith. Sinegegen haben Dolith und Kreide viele Arten miteinander gemein und noch mehr die Kreide- und Tertiärschichten, so daß also innerhalb der mesolithischen Zeit sich viele Organismen von einer Periode zur anderen erhalten haben, noch mehrere aus der Kreide- in die Tertiärperiode übergegangen sind, und zahlreiche Arten dieser sich noch in der gegenwärtigen finden, namentlich auch in Bernstein eingeschlossen.

1144. Der Untergang vieler Organismen erfolgte theils plötzlich, besonders durch Hereinbrechen großen Fluthen, durch irrespirable aus der Erde strömende Gase, hervorbrechendes Feuer u., theils durch allmäliges Aussterben in Folge der veränderten Bedingungen des Daseins: andere Mischung von Wasser und Luft, andere Vegetation, Erkaltung u. Die Lebensdauer der Arten, Sippen, Familien ist sehr verschieden groß: die Trilobiten gingen früh zu Grunde, die Ammoniten dauerten mehrere Erdalter hindurch, die Brachiopoden von der ältesten Zeit bis zur Gegenwart, sehr viele Säugethiere starben schon während der Tertiärzeit wieder aus.

1145. Hätten aber auch die vorhandenen Arten älterer Perioden sich in die neueren forterhalten können, so wäre doch aus bloß successiver Veränderung nicht das Erscheinen ganz neuer Gestalten zu erklären, so wie der Umstand, daß bei der vorhandenen Lückenhaftigkeit der großen Abtheilungen doch das Pflanzen- sowohl als das Thierreich sich als zusammenhängende Ganze erweisen. Es muß also hier, wie bei der Pflanzenmetamorphose, wo das Blumenblatt nicht durch Umbildung eines Laub- oder Kelchblattes, das Fruchtblatt nicht aus einem Blumen- oder Staubblatt entsteht, sondern die höheren Stufen sprungweise erreicht werden, ein Princip walten, welches nicht nur langsam und unwesentlich umzubilden, sondern auch Neues zu erzeugen vermag. Es ist dasselbe Princip, welches den großen Schritt von der unorganischen zur organischen Natur durch Herstellung jener protoplasmatischen Bläschen und in wiederholten Manifestationen auch neue Floren und Faunen in den verschiedenen Erdaltern hervorrief und dabei natürliche Vermittlungen benützte.

1146. Je länger nämlich ein Erdalter währt, desto geneigter werden die organischen Wesen zu einer Veränderung sein und

fähig werden, Keime von Wesen zu erzeugen, die bedeutender als früher von den Eltern abweichen und zu vollkommenerer Ausbildung und Anpassung an die bevorstehenden anderen tellurischen Verhältnisse geeignet sind. Nach ihrer Entwicklung werden diese Keime in der neuen Erdperiode als neue Arten oder Sippen sich darstellen und mit denen, welche sich aus der früheren haben retten können, die organische Welt der neuen Periode darstellen. Bei der Erzeugung der neuen Arten, welche verhältnißmäßig rasch erfolgte, verhielten sich die früheren, aus welchen jene hervorgingen, gleichsam als weiblicher Factor, während jenes schöpferische Princip als männlicher wirkte. Aus dieser Bildungsweise der neuen Arten erklärt sich, warum man keine Uebergänge zwischen den Arten findet, sondern in den Gesteinschichten die neuen und alten fertig nebeneinander liegen.

1147. Besonders waren solche Geschöpfe zur Erzeugung der Keime der neuen Arten geeignet, die in ihrer Organisation eine Zusammenfassung mehrerer der später erschienenen Formen erkennen lassen, die sog. Collectivtypen, deren Zahl in den älteren Perioden zunimmt und die der Direction nach verschiedenen Richtungen fähig waren. So sieht man gewisse Fische der silurischen und devonischen Periode als Typen an, in welchen die Eigenthümlichkeiten der späteren Wirbelthierclassen in einem gewissen Grade vereint waren.

1148. Man darf vermuthen, daß die langsamen Aenderungen der Arten während der Hebung gewisser Theile der Erdrinde, die miteinander ein geologisches Terrain bilden, statt fanden und daß gegen den Schluß der säcularen Hebungszeiten die neuen Arten sich bildeten. Als nun Senkung eintrat und die Fluthen des Meeres hereinbrachen, endlich Alles überdeckten und die geognostischen Schichten abgesetzt wurden, mußten in diesen die Reste der alten und neuen Arten begraben werden. Diese wechselnden Hebungen und Senkungen waren in früheren Erdperioden häufiger, rascher und stärker als gegenwärtig.

1149. Die Ueberfluthungen konnten nie die ganze Erdoberfläche treffen, denn während Gegenden, die zum selben Terrain gehörten, im Sinken begriffen waren, stiegen andere empor. Da in den verschiedensten Gegenden eine übereinstimmende Folge der

Schichten mit den entsprechenden Petrefacten beobachtet wird, so mußten stets gewisse Theile der Landmassen etwa gleichzeitig gesunken sein, während andere sich gleichzeitig hoben, und wenn gegenwärtig manche Länder der nördlichen Halbkugel in Erhebung begriffen sind, so zeigt der überwiegend oceanische Charakter der südlichen, daß daselbst viele Landmassen sinken.

1150. Die letzte große Aenderung der organischen Natur und die gegenwärtige Gestaltung der Landmassen fand am Ende der Tertiärperiode statt, wo sich mächtige Gebirge, wie der Himalaya und Caucasus erhoben haben und dann eine Zeit großer Fluthungen, die Diluvialzeit kam. Noch vor derselben ist der Mensch auf den Schauplatz des Lebens getreten, hat die gegenwärtige Erdperiode eröffnet und gibt derselben ihren unterscheidenden Charakter. Seitdem scheint mehr Gleichgewicht und Ruhe in der Erdnatur eingetreten zu sein, so daß die Aenderungen fast nur die Bildung neuer Rassen, die Verbreitung, das Ausrotten einiger, das Herrschendwerden anderer Arten betreffen und selbst dieses nur unter bedeutender Mitwirkung des Menschen.

1151. Die Gestalten der lebenden Wesen mit allen ihren Eigenschaften sind Positionen des in der Natur Denkenden und Wollenden; in ihnen spricht sich neben der ordnenden Weisheit auch Phantasie, Laune und bewundernswürdige Erfindungskraft aus.

Die gegenseitigen Beziehungen der organischen Wesen.

1152. Die zahllosen Reciprocitätsverhältnisse, welche die Organismen unter sich und mit der unorganischen Natur verbinden, lassen die Schöpfung überhaupt als ein einheitliches Ganzes erscheinen. Pflanzen- und Thierreich stehen hinsichtlich der Athmung und Ernährung in einem Wechselverhältniß, indem die Pflanzen Sauerstoff aushauchen und Substanzen erzeugen, welche die Thiere nöthig haben, letztere Sauerstoff athmen und Wasser, Kohlensäure und Harnstoff, hiemit Ammoniak ausscheiden, welche zur Ernährung der Pflanzen dienen.

1153. Wie das Dasein des Thierreichs im Ganzen auf der Pflanzenwelt ruht, so sind unzählige Thiere, namentlich Insecten, auf einzelne Pflanzenarten so intim angewiesen, daß häufig sogar

ihre Entwicklungsperioden mit denen der bezüglichen Pflanzen zusammenfallen. Der Leib des Insectes wird gegliedert wie ein Pflanzenstengel, seine Luftröhren ähneln den Spiralgefäßen der Pflanzen; die Farben entsprechen oft der Farbe der Pflanze, auf welcher das Insect lebt. Als Larve nistet das Insect häufig im Holz und Mark und genießt deren Säfte; als vollkommenes Insect schlürft es den Honig der Nektarien. Viele Insecten leben und sterben auf derselben Pflanze. Das vielgestaltige, bunte, glänzende Heer der Insecten verbreitet weit umher den Blütenstaub und hilft so die Pflanzenarten erhalten, welche ihre Heimath sind.

1154. Man hat das Thierreich einem unermesslichen Verbrennungs-, das Pflanzenreich einem unermesslichen Reductionsapparat verglichen; Pflanzen und Thiere stammen so zu sagen aus der Atmosphäre, sind gleichsam verdichtete Luft. (Dumas.) Es ist das Sonnenlicht, welches das Pflanzenreich zu einem gewaltigen Reductionsapparat macht. Doch würden die Thiere 800,000 Jahre brauchen, um allen Sauerstoff der Luft zu verzehren, wenn auch die Pflanzen während dieser Zeit unthätig blieben. Die kaltblütigen Thiere verbrennen viel weniger Kohlenstoff und viel langsamer. Die Luft dient nie als Nahrung für die Thiere und Menschen; aller Stickstoff, den sie aushauchen, kommt aus der Nahrung. Die Thiere nehmen in letzter Instanz alle Nahrung aus dem Pflanzenreiche und sind, indem sie ihre Absonderungen an die Luft abgeben, Verbindungsglieder zwischen Luft und Pflanzenreich. Die thierische Wärme geht von der Verbrennung aus und ist um so intensiver, je reichlicher Kohle und Wasserstoff verbrannt wird. Die Organe auch der Pflanze, wie des Thieres, nehmen ihren Ursprung aus einem stickstoffhaltigen Plasma, zu dem sich später Zell-, Holz- und Stärkemehlstoff gesellen. Diese stickstoffhaltige Grundsubstanz der Pflanze wird nie zerstört und man findet sie immer wieder. (Payen.)

1155. Innerhalb jedes organischen Reiches kommen wieder unzählige sociale Beziehungen vor, indem gewisse Arten von anderen im Ganzen oder in einzelnen Momenten abhängig sind. Die wahrhaften Parasiten setzen immer die Existenz ihrer Träger voraus, die unächten bedürfen derselben zur Entwicklung und zum

Aufenthalt, die Schlingpflanzen haben andere zur Stütze nöthig. Unzählige kleine Gewächse gedeihen nur unter dem Schutz und Schatten größerer, manche Thiere genießen die Gastfreundschaft anderer, zum Theil gegen unbekannte Leistungen, wie z. B. die zahlreichen Gäste in den Ameisencolonien. In allen Classen finden sich Raubthiere, welche sich durch Kraft, Schnelligkeit, Bewaffnung vor den Pflanzenfressern auszeichnen; man denke an die Carnivoren, Falken, Hake, Carabicingen, Reduviaden, Asiliden, Sphegiden, Sepien u. Dem unbedeutenden, nichtsnutzigen, schmarozenden Pack der Fliegen und Motten steht der finstere Ernst und die grausame Ironie der Spinnen gegenüber. Ueberall bilden die Raubthiere mit ihrem gehaltenen energischen Wesen einen scharfen Gegensatz gegen die schwächliche, leichtfertige oder harmlose Beschaffenheit der anderen Thiere.

1156. Gewisse Pflanzen wie gewisse Thiere stehen zueinander in einem sympathischen oder antipathischen Verhältniß, was keinesweges immer durch die Nahrung oder durch specifische Ausscheidungen in den Boden motivirt ist, sondern durch feinere Befehle. Die Berberitze, der Eibenbaum, Wallnußbaum verderben die in ihrer Nähe stehenden Pflanzen; die Eichen hindern das Aufkommen des Grases und anderer Gewächse; von *Serratula arvensis* leidet der Hafer, von *Erigeron acro* der Weizen, von *Euphorbia Peplus* und *Scabiosa arvensis* der Wein, von *Spergula arvensis* der Buchweizen, von *Inula Helenium* die Möhre, und der schwarze Pfeffer trägt nach Mirbel nie reife Früchte, wenn er von *Spondias Mombin* umschlungen ist. Der Chemiter Vogel glaubt, daß unter der Hand gewisser Menschen die Pflanzen viel besser gedeihen als bei anderen; es bestche hier eine geheime Sympathie. Jungen Leuten gedeihen die Gewächse besser; Pfropfer behaupten, daß ihnen mit zunehmendem Alter immer mehr Schößlinge verderben, bis zuletzt keiner mehr fortkommt. Für das Thierreich finden sich in meinem Buche über das Seelenleben der Thiere manche Beispiele von Sympathie und Antipathie angeführt, wie solche auch zwischen manchen Völkern und Stämmen bestehen.

1157. Der bestimmte Charakter der Floren und Faunen beruht — abgesehen von der Möglichkeit gemeinschaftlicher Ab-

stammung mancher Arten, ferner dem Boden und Klima — zum Theil auch auf sympathischen und antipathischen Beziehungen.

1158. Der allgemeine Zusammenhang der Dinge führt Erscheinungen herbei, die noch nicht auf ihre nächsten Ursachen zurückgeführt werden können. Man sagt, wenn in Madera die Rebe blühe, rühre sich in Europa der Wein im Fasse; französische, in Aegypten von der Pest geheilte Soldaten, fühlten mehrere Jahre darauf in Frankreich die Symptome der Krankheit, als diese in Aegypten wieder ausgebrochen war. Manche Thiere haben ein Gefühl ferner Vorgänge und kommender Zustände, wie das Sichfinden der Geschlechter und die Wanderungen erweisen.

Ähnlichkeiten in Form und Farbe bei Thieren und Pflanzen.

1159. In der äußeren Bildung und in der Farbe von Pflanzen und Thieren kommen wirkliche oder scheinbare auf Täuschung oder Verbergung berechnete Ähnlichkeiten vor. Die Wanze *Myrmecoris*, die Spinne *Myrmecia* ähneln Ameisen, die Fliegen der Sippe *Tachina* ähneln Hymenopteren, bei denen sie schmarozgen, die parasitischen *Psythirus* gleichen den ächten Hummeln. Raupen gleichen in Farbe und Oberfläche Rinden, Blättern, Flechten, auf denen sie leben; beim Spanner *Boarmia* hat sowohl die Raupe als der Schmetterling die Farbe der Flechten, welche erstere verzehrt. Raupen von Holzzeulen gleichen faulem Holz, Stengeln, von Rohr- oder Schilfzeulen (*Leucania*, *Monagria*) täuschend dürrem Schilf. Die Spinnen *Thomisus* und *Philodromus*, viele Cerambycinen und Curculioniden sind in Farbe und Sculptur Rinden und Flechten ähnlich; manche Phasmen (*Spectrum*) gleichen dürren Zweigen, auf welchen sie oft tagelang unbeweglich sitzen, Locustinen bilden auf ihren grünen Flügeln das Geäder der Blätter und sogar deren Brandflecken nach, der in kugeltragende Spitzen (*Bocydium*) oder blattähnliche Gebilde ausgehende Prothorax amerikanischer Cicadarien hat wohl seine Vorbilder in Stacheln, Drüsenhaaren, stipulis dortiger Pflanzen, auf welchen sie leben. Die Flügel der Weißlinge (*Pieris*) ähneln den Blumenblättern der Cruciferen, von welchen sich meist ihre Raupen nähren.

1160. Man hat die Flügel mancher Mantiden, Phasmen, Locustarien mit Pflanzenblättern verglichen und sie danach benannt; die Proscopien ahmen einen blattlosen, knospenden Zweig nach, in Phyllium, Empusa u. werden geflügelte Stengel und Blattstiele dargestellt. Die Mittelrippe mancher Flügel (bei *Mantis oratoria*, *flabellaria*, *Locustarien*) gewinnt ein Uebergewicht, so daß sich solche Flügel am getrockneten Insect, gleich wellenden Pflanzenblättern, auf beiden Seiten der Mittelrippe nach innen rollen. Die Brandflecken auf den Flügeln mancher Locusten, *Mantis precaria* u. bilden durch Insectenstiche oder parasitische Pilze zerstörte Zellgewebepartien der Blätter nach. Manche Locustarien aus Java haben Augenflecken, die auf den Flügeln beider Seiten ungleich sind; kommen etwa entsprechende Verhältnisse an Pflanzen vor, auf welchen jene Insecten leben? Vom Raube lebende Orthopteren heucheln Blätter, um blattfressende Insecten zu täuschen, die pflanzenfressenden Orthopteren, um ihrerseits den Angriffen insectenfressender Thiere zu entgehen. Die Legescheiden wollen Hülsen verschiedener Gestalt vorstellen, gerade, gekrümmte, in *Scaphura* fast halbkreisförmige, die Eierkapsel der Blattarien etwa eine Schote. Auch die Blüthe hat ihren entsprechenden Schein in den bunten, oft mit farbigen Halonen umgebenen Augenflecken auf den Flügeln mancher Mantiden und Locusten. — Grün ist bei den Orthopteren die am allgemeinsten vorkommende Farbe, dann roth, blau, gelb, fast nie mit Metallglanz. Die brennendsten, buntesten Farben finden sich bei den Acridioten. Endlich sind die Farben mehr über große Flächen verbreitet, als daß sie (wie z. B. bei den Schmetterlingen) complicirte Zeichnungen darstellen.

1161. Auf dem Sande bei Caripi fand Bates mehrere Insectenarten, welche die blasser Farbe des Sandes hatten: die erstaunlich schnell laufende *Tetracha nocturna* Dej., eine *Forficula* und eine *Gryllotalpa*. Daß die eben dort lebende *Tetracha pallipes* Klug glänzend kupferfarben ist, erklärt er so, daß diese durch ihren starken, fauligen Moschusgeruch geschützt sei. Manche der äußerst zahlreichen Schlammarten in Amazonien sehen genau aus wie der Raupenloth auf Blättern, andere wie kleine Knospen, Gallen, Auswüchse, einige größere wie Stücke metallischer

Schlacken. Schwerfällig in ihrer Bewegung und auf den am meisten dem Blick ausgesetzten Stellen der Blätter lebend, verbirgt sie dieses wunderliche Aussehen vor den spähenden Augen der Vögel und Eidechsen. Bei Erdbögeln, z. B. Wachteln, Rebhühnern, Lerchen ist das Gefieder oft erdfarbig; dem gelben Sand der Wüsten entspricht die Habbelfarbe mancher Wüstenthiere, z. B. gewisser Eidechsen, mancher Antilopen und Vögel.

1162. Aus der Aufnahme gewisser Stoffe aus gegebenen Pflanzen durch die Nahrung, wie Manche wollen, lassen sich durchaus nur selten die Farben- und keinesweges diese Formähnlichkeiten erklären, welche beide oft zum Schutz vor Nachstellungen oder zur Täuschung der arglosen Beute da sind. Daß schwache, wehrlose Thiere wie jene Cicaden, manche Raupen durch Hörner und Spitzen und abenteuerliche Ausrüstung den Verfolger schrecken sollen, ist einleuchtend, und Aehnliches kommt auch bei Naturvölkern vor. *Thomisus citreus* verzehrt nicht das Anthoxanthin der Verberitzenblüthen, jene *Philodromi* und *Acanthocini* u. verzehren keine Flechten und Rinden, und die Flechtenraupen combiniren die aus den Flechten genommenen Substanzen in ganz anderer Weise. Darwin würde dieses wohl auch durch natürliche Züchtung zu erklären suchen, indem sich immer die Individuen erhalten hätten, deren Farbe jener des Bodens am meisten glich, und die diese Farbe dann vererbten, während andersfarbige den Feinden zum Opfer fielen. Dabei bleibt nur unerklärt, wie die ersten Individuen die entsprechende Farbe erhielten. Es ist vielmehr in diesen Fällen ein gegenseitiges zeugendes Ineinandewirken, ein Abspiegeln des Einen im Anderen anzunehmen, wie bei Jakob's Schafen, die schwarze oder gefleckte Junge warfen, je nachdem er ihnen ungeschälte oder geschälte Stäbe in den Wassertrog that. Der Weg geht also durch das geistig-substantielle Princip, welches in allem Geschaffenen ist.

Conformation der organischen Reiche.

1163. Thier- und Pflanzenreich gliedern sich nach dem inneren Reichthum der ihnen zu Grunde liegenden Ideen in zahlreiche verschiedenwerthige Kategorien bis herab zu den individuellen Einheiten. Diese Gliederung ist die Grundlage für

unsere Systematik, von ihr sind die Begriffe von Classe, Ordnung, Familie, Sippe, Art, Klasse u. abgezogen.

1164. Der menschliche Verstand ordnet die Vereine ähnlicher oder verwandter Wesen, welche man Sippen, Familien, Classen u. nennt, nach einer auf die Vorstellung der Vollkommenheit gegründeten Reihe an, entweder von den unvollkommneren zu den vollkommneren auf- oder von diesen zu jenen herabsteigend. Aber jene Vorstellung hat nur eine relative Geltung; an und für sich ist jede Art vollkommen und zweckmäßig, unvollkommen nur in Vergleich mit entwickelteren, und alle sind unvollkommen dem Begriff, dem Ideal ihres Reiches gegenüber. Es sind nicht diejenigen Wesen einer Classe für die vollkommensten zu halten, welche Anflänge an eine höhere Kategorie zeigen, sondern jene, in welchen sich der Charakter ihrer Kategorie am reinsten ausspricht, weshalb ich z. B. die typischen Schlangen über die zu den Sauriern neigenden, die Grätenfische über die Knorpelfische, die Raub- oder Singvögel über die Straußenartigen stellen möchte. Die höchsten Formen einer Reihe nannte Hegel die Wahrheit derselben.

1165. Verwandtschaft besteht nur zwischen Organismen von gleichem Typus und gleicher Reihe, Analogie kann zwischen sehr weit voneinander stehenden Organismen bestehen; so sind die Insecten den Vögeln analog. Alle Arten und deren immer höhere Vereine sind durch vielfache Verwandtschaften verkettet und durch das ganze Netz ziehen sich analogische Fäden hin. Die ausgesprochenen Mittel- und Uebergangsformen werfen erhellende Lichter auf den Zusammenhang des Ganzen.

1166. In vielen Pflanzen- oder Thierreihen finden sich höchst niedrige Wesen mit so unvollkommener Organisation, daß man sie, wenn nicht noch einige Charaktere sich erhalten hätten, nicht bei ihrer Reihe würde lassen können. Amphioxus hat von den Kopftieren fast nichts als die Andeutung einer Rückensaite; die Cyclostomen, ferner die Coecilien sind höchst niedrig organisirte Fische und Amphibien, Lemna, Welwitschia, Rafflesia stehen in der Reihe der Blütenpflanzen tief. — Was für eine niedrige Reihe von Organismen das Höchste ist, das ist für eine höhere

etwas Geringeres, indem bei letzterer Momente hinzukommen, welche der tieferen Gruppe fehlen.

1167. Manchmal kann man den Bau einer niederen Pflanzen- oder Thierform nur verstehen, wenn man die höheren Reihen kennen gelernt hat, in welchen der Grundplan klarer und deutlicher dargestellt ist. Anderemal muß man vom Einfachen ausgehen, um das Zusammengesetztere zu verstehen.

1168. Wie die sämtlichen Theile eines Organismus durch allgemeine Geseze zusammengehalten und deren Leben regulirt wird, so geschieht es auch bei der ganzen Pflanzen- und Thierwelt. Dadurch wird das Gleichgewicht der Arten, das constante Zahlenverhältniß der Geschlechter und jenes der Neugeborenen und Sterbenden erhalten. Durch bloße Abhängigkeit blinder Kräfte voneinander diese Erscheinungen zu erklären, geht nicht an, weil dann gleich wieder die Frage herantritt, wie es überhaupt zu einer ursprünglichen Proportionalität derselben kommen konnte, welche ein geordnetes rhythmisch umschwingendes System möglich machte.

1169. Die Organisation erfüllt auf der Erde alle Räume, wo nur irgend Leben gedeihen kann, vom tiefen Meeresgrunde bis über die Regionen des ewigen Schnees, von der aequatorialen Zone bis gegen die Pole, selbst das Innere anderer Wesen und der Erde. Noch an schwimmenden Eisstücken des antarktischen Meeres findet man Rhizopoden und Diatomeen, z. B. *Coccinodiscus*, und manche Algen leben in heißen Quellen. Kleinere Flüsse bilden keine Grenze für die Verbreitung der meisten Species, wohl aber große und breite Ströme, mehr noch als diese hohe Gebirge und am meisten die Meere, wenn nicht die Richtung der Meeresströmungen eine Compensation herbeiführt.

1170. Die in der Luft schwebenden unzählbaren Keime organischer Wesen bringen, wenn sie auf die Erde fallen, auch sogleich die zu ihrer Entwicklung nöthigen Stoffe, nämlich salpeter- und phosphorsaure Salze und Ammoniak mit, so daß nach und nach aus der Atmosphäre der kahle Fels- und Geröllboden sich mit Organisation bedeckt.

V. Das Reich der Vegetabilien.

1171. Die Pflanze, ein zwischen Sonne und Erde gespannter Organismus, bereitet sich in einem oberirdischen System gegen Licht, Luft und Wasser aus und arbeitet fortwährend an Herstellung neuer Flächen gegen sie, im unterirdischen senkt sie Massen von Saugröhren in die Erde. Es überwiegt bei ihr die äußerliche Entfaltung vor der geringen inneren Differenzirung, und erst mit der Bildung von Ei und Samen tritt eine Verinnerlichung, Einklehr in sich selbst und eine Zusammenfassung ihres Wesens ein.

1172. Wenn Fechner die Seele definirt „als einheitliches Wesen, welches Niemand als sich selbst erscheint, in uns wie anderwärts sich selber hell, für jedes äußere Auge finster“, so können die Pflanzen, ja selbst die niederen Thiere, keine Seele haben, die Pflanze ist gerade für ein äußeres Auge hell und in sich selbst finster. Alle ihre Theile streben nach Isolation und Selbständigkeit, selbst die einzelnen Zellen schließen ihr Protoplasma durch starre Membranen gegeneinander ab, daher fehlt die innige Vereinigung, Wechselwirkung und Aufeinanderbeziehung der Theile, welche unentbehrliche Bedingung eines Seelenlebens ist.

1173. Die Pflanzen als schlafende Wesen den Thieren als wachenden entgegen zu setzen, wie Manche thun, ist nur in gewissem Sinne richtig; die Pflanze hat ja auch Wachen und Schlaf. Der Schlafende und der Embryo schließen sich von äußeren Reizen ab, die Pflanze sucht sie, wie das wachende Thier, vollzieht auch den Geschlechtsproceß, was kein schlafendes

oder embryonisches Thier thut. Und doch wacht sie nicht im Sinne des Thieres; sie vollzieht jene Functionen vielmehr in einem Zustande, der dem Schläfe des Thieres ähnlich ist, sucht schlafend Nahrung, Wasser, Licht, hat ferner Reizbarkeit, aber keine Empfindung, weil sie keine Subjectivität hat.

1174. Die Pflanze, an sich bewußtlos, gibt ihren Zustand durch ihre Gestalt und Fülle, Art des Wachsthum, kräftige oder schwächliche Haltung, ihr momentanes Befinden durch Heben oder Senken, Ausbreiten oder Falten der Blattoorgane, Schwellung oder Schrumpfung, endlich durch Farben und Düfte kund, wodurch sie sich weithin vernehmbar macht. Das Grün der Pflanzenwelt ist das Kleid der Erde, die Blüthen sind gleich Edelsteinen darein gewebt.

Chemische Verhältnisse.

1175. Verbunstet man bei 100° C. und darüber das Wasser in der Pflanze und verbrennt dann die Trockensubstanz, deren Betrag von $\frac{1}{20}$ — $\frac{9}{10}$ wechseln kann, so geht der größte Theil als Kohlen säure und Wasserdampf davon, und der Rest bleibt als Asche zurück. Der verbrennliche Theil der Trockensubstanz besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel; in der Asche finden sich Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Phosphor, Natrium, Lithium, Mangan, Silicium, Chlor, bei Meergewächsen auch Jod und Brom. Viel seltener und in sehr kleiner Menge kommen vor Aluminium, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Strontium, Barium, Fluor.

1176. Die eigentlich nährenden Substanzen, welche den Zell- und Eiweißstoff bilden, sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; außer ihnen scheinen unentbehrlich zu sein Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen und Phosphor, für manche Pflanzen auch Chlor, Natrium und Silicium. Der Kohlenstoff, dessen Quantum größer ist als das jedes anderen Elementes, stammt aus der Atmosphäre und wird durch die chlorophyllhaltigen Zellen unter dem Einfluß des Sonnenlichtes durch die Zerlegung der Kohlen säure gewonnen. Die chlorophylllosen Pflanzen, theils Schmarotzer, theils Humusbewohner, erhalten ihren Kohlenstoff von chlorophyllhaltigen Pflanzen in organischen Verbindungen.

1177. Der in sehr geringer Menge vorkommende Wasserstoff stammt wahrscheinlich aus der Zersetzung des Wassers in den chlorophyllhaltigen Zellen, zum kleineren Theile aus dem Ammoniak. Der Sauerstoff gelangt in bedeutender Menge mit dem Wasser, der Kohlensäure, den Salzen in die Pflanzen; bei der Assimilation in den grünen Theilen wird sehr viel Sauerstoff nach außen ab- gegeben, die anderen Theile nehmen atmosphärisches Sauerstoff- gas auf und erzeugen zugleich Kohlensäure und Wasser aus den assimilirten Stoffen, ein Vorgang in diesen chlorophylllosen Theilen, welcher der thierischen Respiration gleicht. Den Stickstoff vermögen die Pflanzen nicht aus der Luft zu nehmen, sondern müssen ihn aus Ammoniak- und Salpetersäureverbindungen ge- winnen.

1178. Der Schwefel, meist als schwefelsaurer Kalk auf- genommen, wird wohl durch die für die Pflanzen selbst giftige Oxalsäure zersetzt, die mit dem Kalk eine unlösliche Verbindung eingeht, während der Schwefel zu den organischen Verbindungen tritt. Das Eisen, zur Bildung des Chlorophylls unentbehrlich, wird meist in Form von Eisenchlorid und schwefelsaurem Eisen- oxydul aufgenommen. Die constante Gegenwart von Phosphor, Chlor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium läßt auf bestimmte Beziehungen zu den Bildungsprocessen der Pflanzen schließen. Das Silicium, in Form wässriger Lösungen aufgenommen, häuft sich namentlich in den Zellen der Oberhaut an.

1179. Von den zwanzig Grundstoffen, welche bis jetzt in den Pflanzen nachgewiesen sind, kommen fast alle auch den Thieren zu, — aber in beiden Reichen entsteht aus denselben eine außer- ordentliche Verschiedenheit der näheren Bestandtheile, so daß na- mentlich die zahlreichen Kohlenhydrate für die Pflanzen charakte- ristisch sind. Die hier verbreitetsten Substanzen sind außer Cellulose (aus welcher auch die Holz- und Korksubstanz entsteht) und Eiweiß: Dextrin, Stärke, die verschiedenen Zuckerarten, Pflanzenschleim, Gummi und Chlorophyll. Sehr häufig kommen ferner die orga- nischen Säuren vor, dann die Oele und Harze, Wacharten, vegetabilischen Basen oder Alkaloide. Eiweiß, Chlorophyll und Alkaloide sind Stickstoffverbindungen, die anderen Kohlen- hydrate. Eine einzige Pflanze enthält schon eine große Zahl der

verschiedensten organischen und unorganischen Substanzen und jede Zelle schon einige derselben. Alle Nahrungsstoffe nicht nur, sondern auch alle Brenn- und Leuchtstoffe liefert in letzter Instanz das Pflanzenreich.

1180. Für die wasserfreie Pflanzensubstanz betragen die Alkalien, Erden und Metalloxyde 1—4 Proc., selten mehr, bis 20 Proc. Die Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff können bis 66 Proc. ausmachen. Wasser kann sogar bis 95 Proc. vorhanden sein, *Ceratophyllum demersum* enthält 90 Proc. Wasser und 10 Proc. feste Substanz. Die meisten Pflanzen enthalten (wie die niederen Thiere) sehr viel Wasser.

1181. Nach einigen Chemikern sind die unorganischen Basen, Salze und Säuren wesentliche Bestandtheile der Pflanzenorgane (Morren, Reade), nach anderen liegen sie darin bloß abgesondert. Manche niederen Pflanzen enthalten keine anorganischen Bestandtheile, *Mycoderma vini* und ein Schimmel, der sich in großer Menge aus Milchsücker bildete, hinterließ keine Spur von Asche. (Mulder.) Liebig theilt die Pflanzen nach den vorherrschenden, über 50 Proc. betragenden Aschenbestandtheilen in die vier Gruppen der Alkalipflanzen, saftige, mehl- und zuckerhaltige Gewächse, Kalkpflanzen, vorzugsweise Dicotyledoneen, namentlich Blätter, Früchte und Stengel, Kieselpflanzen, Blätter und Stengel der Monocotyledoneen, und Phosphorsäurepflanzen, stickstoffreiche Gewächse und Samen.

1182. Cellulose und Eiweiß kommen in jedem pflanzlichen Organismus vor, Stärke, Chlorophyll, Äpfel- und Oxalsäure in sehr vielen; andere sind nur in wenigen gefunden, wie z. B. Coffein oder Indigo, und das Morphin kommt nur im Mohn vor. Dieselben Stoffe finden sich oft in Sippen der verschiedensten Familien, fehlen aber anderen Sippen der gleichen Familie. Andererseits enthalten wieder alle *Stellatae* Citron- und Rubichlorsäure, alle *Einchonaceen* Chinova- und Chinasäure, alle *Ericaceen* Gerbsäure und Ericolin. Verschiedene Pflanzenfamilien enthalten verschiedene Stoffreihen, und deren Zahl ist in höheren Pflanzenfamilien größer als in niederen; in gewissen Algen z. B. kommen nur Proteinverbindungen und Kohlenhydrate vor, bei den *Synanthereen* hingegen wenigstens sechs Stoffreihen. Dieselbe Stoffreihe

wird wahrscheinlich in verschiedenen Familien öfters durch verschiedene Stoffe repräsentirt. (Noch leber.)

1183. Wenn von dem chemischen Verhalten auf die morphologische Beschaffenheit eines vegetabilischen Organismus geschlossen werden kann, oder mit anderen Worten, wenn zwischen der chemischen Beschaffenheit einer Pflanze und ihrer Stellung im natürlichen System ein Zusammenhang besteht, so kann dieser jedenfalls nicht in einzelnen Stoffen, sondern muß im gleichzeitigen Vorhandensein verwandter Verbindungen begründet sein. Je weiter man diesen Begriff der Verwandtschaft ausdehnt, desto leichter wird es natürlich sein, eine Beziehung von chemischer Beschaffenheit und organischem Bau zu finden.

1184. Die chemische Beschaffenheit wechselt in derselben Pflanze nach ihren verschiedenen Lebensstadien und manchmal nach der geographischen Verbreitung, wie z. B. der Schierling in Schottland kein Coniin enthält, auch selbst nach den Tageszeiten. Zu den Pflanzen, die am Morgen sauer, am Mittag indifferent, am Abend bitter sich verhalten, gehören unter anderen *Cotyledon calycina* Roth, *Cacalia ficoides* Linné, *Portulacaria afra* Jacq., *Sempervivum arboreum* Linné. (Gmelin.) *Hibiscus mutabilis* hat bei Anbruch des Tages weiße Blumen, welche während des Tages rosenroth, roth, braunroth werden, dann welken. Manche Mandelbäume mit bitteren Früchten tragen nach dem Verfehen süße. (v. Liebig.)

Der Bau der Pflanze.

a. Die Elementartheile.

1185. In den Pflanzen behalten die Zellen ihren selbständigen Werth in viel höherem Grade bei als in den Thieren; sie sind nicht den Thätigkeiten specifischer Organe so untergeordnet wie in letzteren. Und weil die Pflanzenzellen in ihrer Natur auch nicht so verschieden sind wie die der Thiere, wo mit der Arbeitstheilung ihre Differenzirung sich steigert, so kann es auch in den höheren Pflanzen kaum zu anderen Functionen kommen als in den niederen. Die Zellen der Pflanzen sind schärfer ausgeprägt als die thierischen, beständiger und weniger Umbil-

dungen unterworfen als diese. Die Kleinsten (z. B. die von *Palmella hyalina*) sind nur $\frac{1}{3000}$ ''' groß, die größten sind 1" und darüber, bei *Caulerpa* sogar gegen 1' lang, mehrere Linien breit und durch ein inneres Fasernetz ausgespannt. Die Zelle besteht aus Hülle und Inhalt; erstere ist aus Cellulosesubstanz gebildet; ein besonderer Primordialschlauch innerhalb der Hülle, wie ihn Mohl annahm, existirt nach Pringsheim nicht.

1186. Die Cellulose, wenn noch jung und halbflüssig, ist durch Wasser unlöslich, durch Jod bläut sie sich nicht; Säuren, Jodzink (Wasser stark anziehende Stoffe) machen sie im Wasser löslich. Später dicker geworden, wird der Zellstoff unlöslich und verwandelt sich in Amylon, welches mit Jod sich bläut; zuletzt wird er durch fremdartige Beimengungen unfähig, in Amylon übergeführt zu werden.

1187. Der Zellinhalt besteht aus festen und flüssigen Theilen. Die festen, nämlich Schleim mit Körnchen und Zellkern, liegen ursprünglich an der Wand, die Flüssigkeit nimmt die Mitte ein, der Zellkern liegt central oder an der Grenze zwischen Schleim und Flüssigkeit, an welcher Grenze die Bewegungsercheinungen, der chemische Proceß und die Bildung der neuen Celluloseschichten stattfinden, die sich an der Innenseite der Zellwand ablagern oder Falten bilden und so die Entstehung neuer Zellen durch Theilung einleiten. Die Chlorophyllkörnchen heften sich in den Pflanzenzellen stets an bestimmt geformte Theile des Protoplasma, das durch sie grün gefärbt wird, aber farblos erscheint, wenn das Chlorophyll durch Alkohol, Aether, Oele u. ausgezogen wird.

1188. Die Krystalloide Nägeli's vereinen die Charaktere der Krystalle und der organischen Zellen, sind meist ungefärbt, imbibitionsfähig, ihre äußerste Schichte ist widerstandsfähiger als die innere Masse. Gleich dem Protoplasma sind sie gerinnbar, nehmen Farbstoffe auf, färben sich durch Kali, Salpetersäure, Jod gelb und bestehen aus einem Gemenge von eifeisartiger Substanz mit einem andern resistenteren, das Skelet bildenden Stoff. Sie haben die Form von Würfeln, Tetraëdern, Octaëdern, Rhomboëdern u., ändern dieselbe aber leicht. Aleuron nannte Hartig rundliche Köerner in reifen Samen, welche manchmal, wie z. B. beim Wunderbaum, Krystalloide enthalten.

1189. In den Zellen vieler Phanerogamen finden sich Drüsen von Krystallen und Bündel von Krystallnadeln (Raphiden), namentlich in den Zellen der Blätter, der Rinde und des Stammes vieler Monocotyledoneen (Aroideen, Liliaceen, Irideen, Musaceen, Palmen), namentlich aus oxalsaurem Kalk bestehend. Unter den Dicotyledoneen findet man sie bei den Urticeen, Chenopodeen, Polygoneen, Cacteen u. Nach Reinisch entwickeln sich diese Krystalle innerhalb geschlossener Membranen, die er dem Primordialschlauch vergleicht. *) Merkwürdig sind die sogen. Sphärotrichstalle, welche aus Lösungen des Inulins krystallisiren: kugelige Bildungen, aus strahlig angeordneten Krystallnadeln bestehend.

*) Verhandlungen der Schweizer. naturforsch. Gesellsch. von 1862.

1190. Die Strömungen des Zellsaftes (sehr deutlich in den Zellen von *Juglans regia*, den Staubfadenhaaren von *Tradescantia*, den Haaren der großen Nessel) beruhen auf der Urlebendigkeit des Protoplasmas und kommen in gleicher Weise auch bei den niedersten Thieren vor; sogar Vacuolen fehlen im vegetabilischen Protoplasma nicht, welches sich wesentlich wie das animalische verhält.

1191. Als secundäre Ablagerungen des Zellstoffes erscheinen manchmal Ringe, Netze, Spiralen. Neue Zellen scheinen immer nur in bereits vorhandenen, nicht aus Interellularstoff zu entstehen. In einer Mutterzelle können zugleich mehrere Tochterzellen sich bilden, indem sich Partien des Zellstoffes absondern und mit Zellstoffhaut umgeben. Die durch Theilung entstandenen Zellen sollte man zum Unterschied von den eigentlichen Tochterzellen, nämlich den durch Abgrenzung eines Klümpchens des Zellinhaltes entstandenen, Theilungszellen nennen. — Zwischen den Zellen findet sich der Interellularstoff, oder es zeigen sich Lücken in der Zellenmasse: Luftcanäle, Athemböhlen, Milchsaft-, Gummi- und Harzgänge.

1192. Vereinigen sich, wie z. B. im Parenchym, der Oberhaut, der Rorksubstanz, einerlei Zellen, so entsteht das Gewebe, welches bei den Flechten sehr zähe und fest, bei den Pilzen weich, wie fettig, leicht zerfließend ist. Treten verschiedenartige Zellen und aus ihnen hervorgegangene Gebilde zusammen, so entstehen

die sogen. Gefäßbündel, neuerlich auch Fibrovasalstränge genannt, welche den ganzen Körper der Gefäßpflanzen durchziehen, die manchmal in Folge von Dickenwachsthum die Strangform verlieren und als mächtige Massen erscheinen. Zunächst entsteht aus dem Parenchym als Uebergang zum Gefäßbündel das Cambium, aus zarten Zellen bestehend, welche besonders geeignet zum Stoffwechsel und zur Vermehrung sind und Ringe bilden, durch welche Stamm und Wurzel sich verdidern.

1193. Der Verdickungs- oder Cambiumring, wohl auch Cambiummantel genannt, bei den Holzgewächsen zwischen Rinde und Holz vorhanden, läßt sich schon in der Axe des Embryos der Dicotyledoneen zwischen Mark und Rinde wahrnehmen. Indem an seiner innern sowohl als äußern Seite sich neue Zellen bilden, wachsen Stamm und Wurzel in der Peripherie. An der innern Seite des Cambiumringes entstehen die ersten Gefäßbündel und bilden sich mit ihm weiter. Bei den Monocotyledoneen findet neue Zellenbildung mehr nur an der innern Seite statt. — Beginnt an irgend einer Stelle in einer neuen Richtung ein Wachsthum- und Zellenbildungsproceß, so entsteht dort ein Organ, je nach der Art des Wachsthum- oder auch der Theilung: eine Wurzel, ein Blatt, ein Sproß.

1194. Die Gefäßbündel, in deren Bildung und Verlauf große Mannigfaltigkeit herrscht, und die gleichsam das Skelet der Pflanze darstellen, sind bündelförmige Vereinigungen von verschiedenen Zellenarten: Holzzellen, Gefäßzellen, Bastzellen, Siebröhren u., durchziehen als zusammenhängendes System das Parenchym und haben ein ganz anders geartetes Leben als dieses. Sie entstehen im Embryo an der Innenseite des Cambiumringes und gehen als sogen. Cambiumbündel in die Samenlappen, wo an der Eintrittsstelle die ersten Gefäße sich bilden, und wo sich dann die Gefäßbündel aufwärts in die Samenlappen und abwärts in den Stamm weiter entwickeln. Die Gefäße, von welchen man hauptsächlich Spiral- und getüpfelte Gefäße unterscheidet, entstehen aus Längsreihen von Zellen, deren Querwände verschwinden, sobald sie keinen Saft mehr führen, worauf sie dann Luströhren darstellen. Das Holzzellengewebe des Gefäßbündels entsteht aus den langen senkrechten Cambiumzellen. Die Gefäßbündel der

Kryptogamen bestehen bloß aus Cambium und Gefäßzellen, jene der Phanerogamen enthalten auch Bastzellen, mit welchen die sogen. Milchsaftgefäße zunächst verwandt sind. Bei den Dicotyledoneen ordnen sich die Gefäße in ungeschlossene, bei den Monocotyledoneen in geschlossene Bündel, die aber auch noch allmählig vom Innern des Stengels nach dem Umfang hin entstehen; bei den Kryptogamen sind alle Gefäßbündel fast gleichzeitig vollendet.

b. Die morphologische Gliederung der Gewächse.

1195. Bei den höheren Pflanzen tritt eine Gliederung in Organe ein, deren morphologische und physiologische Bedeutung nicht immer zusammenfällt, indem dasselbe Organ bei verschiedenen Arten verschiedene Functionen ausüben kann, z. B. ein verbreiteter Stengel die des Blattes. Man unterscheidet zunächst Wurzel und Stamm, aus letzterem entwickeln sich Aeste, Blätter und Blüten. Zu den Haaren, Trichomen, die immer als Auswüchse einzelner Oberhautzellen entstehen, gehören auch die Spreublätter und Sporangien der Farnn als Umwandlungsformen. Bei den niederen Pflanzen fehlt bald dieses, bald jenes Glied; man wendet hier den Namen Thallus an und setzt die ThallopHYten den CormophHYten (PhyllophHYten) entgegen, doch ist keine feste Grenze da. Die Gliederung der ThallopHYten betrachtet man einfach als Verzweigung, bezeichnet aber doch manchmal die Hauptachsen als Stämme. Viele Pilze zeigen nichts mehr von der Gliederung höherer Pflanzen. — Die Wurzel entspricht der Erde, der Stamm, das Sastorgan, dem Gewässer, das Blätterwerk der Luft, die Blüthe dem Lichte.

1196. Der Stamm endigt mit einem freien Vegetationskegel, der unter sich Blätter erzeugt, während die Wurzel keine solchen seitlichen Organe entwickelt. Die Embryonknospe, aus welcher sie erwächst, hat einen von einer Wurzelhaube umhüllten Vegetationskegel und einen ähnlichen an der Spitze. Gleich dem Stamme verlängert und verblickt sich die Wurzel durch Bildung neuer und Vergrößerung der schon vorhandenen Zellen und ist im Allgemeinen wie der Stamm gebaut, doch oft marklos. Die Wurzelhaube stirbt immer von außen her ab und verjüngt sich innen durch neue Schichten, den Theil bedeckend, an welchem

sich Blätter bilden könnten, welche und mit ihnen die Metamorphosenstufen der Wurzel demnach fehlen. Hauptarten der Wurzel sind die Pfahlwurzel, mit welcher die Dicotyledoneen keimen, und die Nebenwurzeln, welche in der Zahl von nur einer oder von mehreren den Monocotyledoneen zukommen.

1197. Riesige Bäume der Tropenzone haben nach Martius oft sehr kleine Wurzeln; Vogel meint, weil sie unter der intensiven Beleuchtung und reichen Belaubung den größten Theil ihres Bedarfes an Kohle aus der Atmosphäre aufnehmen können. Viele größere Waldbäume des äquatorialen Amerika haben unten gewaltige Auswüchse wie Stützpfeiler, deren Zwischenräume förmliche Gemächer bilden; es sind Wurzeln, die aufwärts wachsen und dicker werden, wie die Vergrößerung des Baumes festere Stützen nöthig macht. Man sieht, wie das Bedürfniß entsprechende Organe hervorruft; der Organismus wird durch die Außenwelt so erregt wie ein Atom durch das andere. — Es gibt Wurzeln für die Erde, das Wasser, die Luft. Die Landpflanzen haben oft Wurzeln für Erde und Luft zugleich, manche Wasserpflanzen solche für das Wasser und den Grund. Wenn im Ganzen beim Keimen die Wurzel sich nach abwärts richtet, so wird sie nicht etwa durch die Schwerkraft der Erde angezogen, sondern durch die Dunkelheit und Feuchtigkeit als Gegenpol des Stammes, welcher Licht, Wärme und Luft begehrt. Die Seitenwurzeln einer Hauptwurzel nehmen manchmal eine wagerechte Richtung an, und die Luftwurzeln von *Zamia spiralis* und *Phoenix farinifera* wachsen sogar nach oben, wie es ja Stämme gibt, die ausnahmsweise nach unten wachsen.

1198. Die Wurzel enthält häufig kräftige Arzneistoffe, aromatische oder giftige Verbindungen, zuckerige und nährnde Substanzen. In der dürren Wüste Kalahari in Südafrika erseht nach Livingstone hie und da eine Pflanze die fehlenden Quellen, indem das schwammige Gewebe ihrer kindskopfgroßen Wurzelknollen reines, kaltes Wasser enthält.

1199. Das Stammsystem entsteht aus einer unbedeckten kegelförmigen, aus Urparenchym bestehenden, unter sich Blätter bildenden Erhebung, dem sogen. Vegetationskegel, und gliedert sich in centrale und appendiculäre Organe: Stamm mit Aesten und

Zweigen und Blätter. Der wichtigste Theil des Vegetationskegels, die *Stammknospe*, entsteht am *Embryo*, wo man ihr den Namen *plumula*, Keimfeberchen gegeben hat und wird von einem oder mehreren blattartigen Organen, den *Samenlappen*, *Cotyledonen*, umgeben. In der Regel erst bei und nach der Keimung bilden sich unter dem Vegetationskegel die Anlagen der wahren Blätter. Hervorgegangen aus einer *Stammknospe*, endigt der Stamm wieder in eine solche, wenn sie nicht verkrümmert oder zur Blüthe wird. — Man kann den Stamm nicht, wie Manche thun, aus Blättern zusammengesetzt denken, weil er, ein selbstständiges Gebilde, in der ersten Anlage den Blättern vorausgeht, freilich aber in seiner Gliederung durch sie bestimmt wird. Es gibt Stämme ohne Blätter, aber nie Blätter ohne Stämme. Der Stamm ist die Unterlage für die Blattreihen und Stufen der Metamorphose.

1200. Bei allen fogen. Gefäßpflanzen durchsetzen das *Parenchym* des Stammes Gefäßbündel, es bekleiden ihn eine *Oberhaut* und später *Korksubstanz*. Im Stamm der *Kryptogamen* findet man entweder einen *centralen Gefäßbündel* — so bei manchen *Moosen*, *Selaginella*, *Isoetes*, den *Rhizocarpeen* — oder — wie bei den *Bärlappen*, *Schafthalmen* und eigentlichen *Farnn* — einen *einfachen Gefäßbündelkreis*. Der ausgebildete Stamm der *Kryptogamen* verdickt sich nicht mehr, sondern wächst nur noch an der *Spitze* fort. Bei den wahren *Nadelhölzern* sind die hier fehlenden Gefäße durch eigenthümliche *Holzjellen* vertreten, bei *Ephedra* und *Gnetum* treten wieder Gefäße auf. Bei den *Monocotyledoneen* sind die Gefäßbündel im *Parenchym* mehr oder minder *regelmäßig zerstreut*, und das *Dickenwachsthum* ihres Stammes ist auch ein *beschränktes*, mit Ausnahme vieler *Palmen*, des *Drachenbaumes*, des *Pandanus* *Yucca*, wo die *Verdickung* das ganze Leben hindurch fortwährt.

1201. Bei den meisten *Dicotyledoneen* unterscheidet man in der Mitte das bloß aus *Zellen* bestehende *Mark*, welches der geschlossene *Gefäßbündelkreis* umgibt, und zuäüßerst die *Rinde*; zwischen *Rinde* und *Holzkörper* ist häufig noch eine *Schicht* von *Baströhren* da. Nur selten treten, wie beim *Kürbis*, bei *Phytolacca*, den *Begoniaceen*, bei *Cycas*, auch im *Marke* zerstreute *Gefäßbündel*

auf. Den um das Mark stehenden Gefäßbündelkreis des Dicotyledoneenstammes durchsetzen die sogen. Markstrahlen, von innen nach außen laufend; sie sind theils primäre, die einzelnen primären Bündel trennende, theils secundäre, durch Theilung der Bündel entstandene. Der innere Theil der Gefäßbündel wird vom Ring der Bastrohren durch den sogen. Cambiumring getrennt, durch welchen sich der Stamm das ganze Leben hindurch verdidt.

1202. Innerhalb dieser allgemeinen Geseßlichkeit treten zahlreiche Eigenthümlichkeiten und Modificationen auf. So hört z. B. bei den Bignoniaceen nach einer gewissen Zeit das Holz an vier Stellen zu wachsen auf, und es bilden sich auf dem Querschnitt des Stammes vier Scheidewände zwischen den vier Holzportionen. Bei den Bauhinieen, Aristolochieen, Asclepiadeen, Malpighiaceen zerfällt der Holzkörper in eine Menge Portionen, so daß er auf dem Querschnitt wunderbar durch Rindensubstanz in größere und kleinere, oft zierlich gelappte Massen geschieden ist. *)

*) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftl. Botanik, II, 165 ff.

1203. Das Stammsystem ist im Allgemeinen nach oben gerichtet; bei *Arachis hypogaea*, der afrikanischen Erbschel, wächst hingegen der Fruchtstiel in die Erde hinab, und bei einer Eschen- und Stechpalmenart richten sich die Zweige nach unten. Seine Größe wechselt von der winzigen Kleinheit mancher Moosstämme, die nur Bruchtheile einer Linie messen, bis zu mehreren hundert Fuß Länge und Höhe, wie bei einigen gewaltigen Tangarten oder den Riesenbäumen des Landes. Der Blasentang, *Macrocystis pyrifera* bei Cap Horn, erreicht die ungeheure Länge von 500—1000 Fuß, die mehrere tausend Jahre alten Mammuthsbäume im Calaverasbezirk Californiens (*Pinus*, *Wellingtonia*, *Sequoja*, *Araucaria*, *Dacrydium*) ragen thurmartig über die hohen Nadelholzwälder empor bis 450 Fuß hoch, wie die Pyramide des Cheops und die höchsten Thürme. Fast noch höher werden die *Eucalyptus* von Tasmanien und Neuholland, manchmal bis 480 Fuß; die deutschen Fichten und Edeltannen bis 200. Es gibt Eichen und Buchen von 40 Fuß, Edeltannen bis 28 im Umfang. Die Riesenschypresse, *Taxodium distichum*, zu Santa Maria del Tole bei Oaxaca in Mexico, hat 124 span. Fuß im Umfang, ist aber nicht sehr hoch. 25 Fuß über dem Boden

spaltet sich der ungeheure Stamm schon in die Hauptäste, und hier entspringt eine Quelle, deren Wasser während der nassen Jahreszeit immer am Stamm herunterläuft; in der trockenen ist dieses nicht der Fall, doch bleibt das kleine napfförmige Bassin zwischen den Hauptästen immer gefüllt. (Mühlenpfordt.) In den früheren Erdperioden gab es keine solchen Baumriesen; die Sigillarien und Araucariten der Steinkohlenzeit erreichten höchstens 5–6 Fuß im Durchmesser und bildeten einsörmige, traurige, aber dicke Wälder; Pinites Protolarix der Tertiärzeit wurde höchstens 12 Fuß dick. (Göppert.)

1204. Durch ihr Holzgerüst vermag sich die Pflanze über andere zu erheben; um die Hunderttausende von Zweigen, Blättern, Blüten und Früchten zu tragen, ist ein mächtiger Holzstamm nöthig. Pflanzen, welche einen solchen nicht erzeugen können und doch in die Höhe wollen, müssen klettern. Manche Krautgewächse bilden hohle Stengel, die deshalb bei möglichst geringer Masse doch mehr leisten; Wasserpflanzen halten sich an der Oberfläche durch Luftbehälter.

1205. Stamm und Zweige sind die Ären, die Blätter deren Strahlen; sie entstehen im Stamm, treten aus ihm hervor, zwischen zwei Blättern ist immer ein Ärentheil. Das Blatt, ein äußerst vielgestaltiges Organ, tritt zuerst bei den Lebermoosen auf, jedoch noch ohne Mittelnerv, bei den Laubmoosen mit demselben. Bei den Phanerogamen besteht eine Stufenreihe von den allerunvollkommensten verkümmerten Blättern, nämlich den Knospenschuppen, perulae, welche den jungen Trieb schützen, bis zu den ausgebildetsten und complicirtesten Formen, wie sie namentlich bei Papilionaceen und Mimoseen erscheinen. Das Blatt nimmt die verschiedensten Gestalten an, von der Nadel bis zur breiten Platte, ist einfach oder zusammengesetzt, am Rande ganz oder zerschnitten, kann in Ranken auslaufen oder Schläuche tragen, wie bei Nepenthes, Sarracenia &c. Oft sind die Blätter derselben Pflanze in deren einzelnen Stockwerken sehr abweichend gebildet und auch in der Farbe verschieden.

1206. Die Blätter im gewöhnlichen Sinne stehen an mehr entwickelten Stengelgliedern, sind gewöhnlich durch Chlorophyll grün und tragen im Winkel, den sie mit dem Stamm bilden,

auf. Den um das Mark stehenden Gefäßbündelkreis des Dicotyledoneenstammes durchsetzen die sogen. Markstrahlen, von innen nach außen laufend; sie sind theils primäre, die einzelnen primären Bündel trennende, theils secundäre, durch Theilung der Bündel entstandene. Der innere Theil der Gefäßbündel wird vom Ring der Bastrohren durch den sogen. Cambiumring getrennt, durch welchen sich der Stamm das ganze Leben hindurch verblickt.

1202. Innerhalb dieser allgemeinen Gesetzmäßigkeit treten zahlreiche Eigenthümlichkeiten und Modificationen auf. So hört z. B. bei den Bignoniaceen nach einer gewissen Zeit das Holz an vier Stellen zu wachsen auf, und es bilden sich auf dem Querschnitt des Stammes vier Scheidewände zwischen den vier Holzportionen. Bei den Bauhinieen, Aristolochieen, Asclepiadeen, Malpighiaceen zerfällt der Holzkörper in eine Menge Portionen, so daß er auf dem Querschnitt wunderbar durch Rindensubstanz in größere und kleinere, oft zierlich gelappte Massen geschieden ist. *)

*) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftl. Botanik, II, 165 ff.

1203. Das Stammsystem ist im Allgemeinen nach oben gerichtet; bei *Arachis hypogaea*, der afrikanischen Erdbeißel, wächst hingegen der Fruchtstiel in die Erde hinab, und bei einer Eschen- und Stechpalmenart richten sich die Zweige nach unten. Seine Größe wechselt von der winzigen Kleinheit mancher Moosstämme, die nur Bruchtheile einer Linie messen, bis zu mehreren hundert Fuß Länge und Höhe, wie bei einigen gewaltigen Tangarten oder den Riesenbäumen des Landes. Der Blasentang, *Macrocystis pyrifera* bei Cap Horn, erreicht die ungeheure Länge von 500—1000 Fuß, die mehrere tausend Jahre alten Mammuthsbäume im Calaverasbezirk Californiens (*Pinus*, *Wellingtonia*, *Sequoja*, *Araucaria*, *Dacrydium*) ragen thurmartig über die hohen Nadelholzwälder empor bis 450 Fuß hoch, wie die Pyramide des Cheops und die höchsten Thürme. Fast noch höher werden die *Eucalyptus* von Tasmanien und Neuhollland, manchmal bis 480 Fuß; die deutschen Fichten und Edeltannen bis 200. Es gibt Eichen und Buchen von 40 Fuß, Edeltannen bis 28 im Umfang. Die Riesenschypresse, *Taxodium distichum*, zu Santa Maria del Tole bei Oaxaca in Mexico, hat 124 span. Fuß im Umfang, ist aber nicht sehr hoch. 25 Fuß über dem Boden

spaltet sich der ungeheure Stamm schon in die Hauptäste, und hier entspringt eine Quelle, deren Wasser während der nassen Jahreszeit immer am Stamm herunterläuft; in der trockenen ist dieses nicht der Fall, doch bleibt das kleine napfförmige Bassin zwischen den Hauptästen immer gefüllt. (Mühlenpfordt.) In den früheren Erdperioden gab es keine solchen Baumriesen; die Sigillarien und Araucariten der Steinkohlenzeit erreichten höchstens 5—6 Fuß im Durchmesser und bildeten einförmige, traurige, aber dichte Wälder; *Pinites Protolarix* der Tertiärzeit wurde höchstens 12 Fuß dick. (Göppert.)

1204. Durch ihr Holzgerüst vermag sich die Pflanze über andere zu erheben; um die Hunderttausende von Zweigen, Blättern, Blüten und Früchten zu tragen, ist ein mächtiger Holzstamm nöthig. Pflanzen, welche einen solchen nicht erzeugen können und doch in die Höhe wollen, müssen klettern. Manche Krautgewächse bilden hohle Stengel, die deshalb bei möglichst geringer Masse doch mehr leisten; Wasserpflanzen halten sich an der Oberfläche durch Luftbehälter.

1205. Stamm und Zweige sind die Ären, die Blätter deren Strahlen; sie entstehen im Stamm, treten aus ihm hervor, zwischen zwei Blättern ist immer ein Ärentheil. Das Blatt, ein äußerst vielgestaltiges Organ, tritt zuerst bei den Lebermoosen auf, jedoch noch ohne Mittelnerv, bei den Laubmoosen mit demselben. Bei den Phanerogamen besteht eine Stufenreihe von den allerunvollkommensten verkümmerten Blättern, nämlich den Knospenschuppen, *perulae*, welche den jungen Trieb schützen, bis zu den ausgebildetesten und complicirtesten Formen, wie sie namentlich bei Papilionaceen und Mimoseen erscheinen. Das Blatt nimmt die verschiedensten Gestalten an, von der Nadel bis zur breiten Platte, ist einfach oder zusammengesetzt, am Rande ganz oder zerschnitten, kann in Ranten auslaufen oder Schläuche tragen, wie bei *Nepenthes*, *Sarracenia* u. Oft sind die Blätter derselben Pflanze in deren einzelnen Stockwerken sehr abweichend gebildet und auch in der Farbe verschieden.

1206. Die Blätter im gewöhnlichen Sinne stehen an mehr entwickelten Stengelgliedern, sind gewöhnlich durch Chlorophyll grün und tragen im Winkel, den sie mit dem Stamm bilden,

sehr oft eine Knospe, aus der ein Laub- oder Blüthensproß hervorgehen kann, wonach das Blatt Stützblatt oder Blüthenbedeckblatt heißt. Die blattartigen Anhängsel am Blattstiel mancher Blätter heißen Nebenblätter, *stipulae*. Die Blattscheibe ist vielfacherer Umwandlung fähig als der Blattstiel; es kann die Blattscheibe ober der Stiel fehlen; fehlt erstere, so kann der Stiel blattähnlich werden.

1207. Bei einer durch geschlechtliche Zeugung entstandenen phanerogamischen Pflanze sind die ersten schon am Embryo gebildeten Blätter die Keimblätter, Samenlappen, *Cotyledonen*. Die Nadelblätter haben 4—12 im Wirtel stehende Keimblätter, die *Monocotyledoneen* nur eines, die *Dicotyledoneen* meist zwei, selten keine (wie namentlich Parasiten: *Rafflesia*, *Orobanchaeae*, *Orchideae* u.) oder nur eines (*Cyclamen*, *Pinguicula*, *Trapa*).

1208. Der Stamm schreitet durch Theilung einer einzelnen Zelle an seiner Spitze in seiner Bildung fort, jedes Blatt geht von einer Zelle nahe an der Stammspitze aus, so daß die Entstehung des Blattes auf die einfache Zelle zurückführt. Es bildet sich unter der Azenspitze (dem Vegetationskegel) eines Stammes oder Zweiges, wo stärkere Zellenentwicklung stattfindet, deren Product nach außen gedrängt wird, so daß die Spitze der älteste, der Grund der jüngste Theil des Blattes ist, wächst zugleich am Grunde und an der Fläche fort bis zur individuellen Ausbildung und hört zuerst an der Spitze zu wachsen auf. Weil das Blatt keinen Vegetationskegel hat, kann es keine neuen Blätter aus sich erzeugen, kann auch an und für sich nicht in einen Stamm oder eine Wurzel sich umwandeln, aber wohl vermag aus ihm eine neue Pflanze hervorzuwachsen, wenn in seinem Gewebe sich eine Stamm- oder Wurzelknospe bildet. Auf den Blättern der Pfeffermünze bilden sich Wurzelknospen, auf denen von *Begonia*, *Bryophyllum* u. Stammknospen. Die aus einer Wurzelknospe hervorgegangene Wurzel kann aus sich Stammknospen erzeugen, und eine Stammknospe kann auf dem Blatte Wurzeln treiben.

1209. Die Stellungen der Blätter am Stamm sind schon in der Knospe angelegt, wo sie hauptsächlich durch die Succession, in welcher die Blätter entstehen, bestimmt werden; man hat sie auf die gegenständige und spiralförmige zurückgeführt. Bei ersterer sind

die zu einem Umgang gehörigen Blätter gleichzeitig und in gleicher Höhe unter dem Vegetationskegel entstanden, stehen deshalb auch später in gleicher Höhe am Stamm oder Zweig. Bei der zweiten lassen sich die in verschiedener Höhe stehenden Blätter durch eine vorgestellte Spirallinie, die rechts oder links winden kann, miteinander in Verbindung setzen. Man hat gegen die Spirale als einzige Grundform der Blattstellung geltend gemacht, daß rein gegenständliche Blätter, z. B. der Syringe, Roskastanie sich nicht auf die Spirale zurückführen lassen. Quirlstellung der Blätter muß man hervorgegangen denken aus einzelnen Cyclen von Spiralen, deren zwischenliegende Stengeltheile ganz geschwunden sind. Schimper sah bei *Disophylla stellata* (einer Wasserpflanze aus Neuhollland, Fam. Labiatae) an einem Exemplar die quirlige Blattstellung in die spirallige übergehen.

1210. Für die Blattstellung im weitesten Sinn, also auch der Blüthen- und Fruchtheile, haben sich zwei Theorien geltend gemacht. Die von Schimper und Braun führt dieselbe auf Spiralen zurück, einzelne Gruppen zusammengehörender Blätter heißen Wirbel, cycli. Ein Wirbel besteht aus 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 u. Elementen (Blättern), ein folgender Wirbel also immer aus der Summe der zwei nächst vorhergehenden. Der horizontale Abstand der Blätter eines Cyclus heißt Divergenzwinkel; bilden z. B. vier Blätter einen Umgang um die Ase, so wird ihr Divergenzwinkel 90° sein. Oft macht eine Gruppe zusammengehörender Blätter zwei oder mehrere Umgänge um die Ase. Zwei aufeinander folgende Wirbel stehen nicht so, daß das Anfangsblatt des zweiten genau über das Anfangsblatt des ersten zu stehen käme, sondern jeder folgende Wirbel geht um einen bestimmten Winkel weiter, was Prosenthese heißt.

1211. Die angegebene rückläufige Reihe herrscht zwar in der Blattstellung vor, ist aber nicht die einzige. A. Braun fand bei einigen Pflanzengewächsen die Zahl $\frac{3}{7}$, bei manchen Lebermoosen $\frac{4}{11}$, bei einer Euphorbiacee $\frac{7}{18}$; auch $\frac{11}{29}$ und $\frac{47}{123}$ Stellungen kamen vor. Er stellte daher eine viel seltener zweite Zahlenreihe auf: $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{4}{11}$, $\frac{7}{18}$, $\frac{11}{29}$, $\frac{18}{47}$, $\frac{29}{76}$, $\frac{47}{123}$, wo auch wieder jedes Glied aus den beiden vorhergehenden entsteht und die man aus der normaleren Reihe ableiten kann, wenn man

in derselben zwei abwechselnde Glieder, z. B. das erste und dritte, das zweite und vierte, dritte und fünfte zusammen nimmt. Aber nicht einmal an der gleichen Pflanze herrscht überall dieselbe Stellungsahl; an Stengeltheilen, wo die Blätter gebrängter stehen, nimmt man oft ein Springen in höhere Zahlen (derselben Reihe) wahr. So bei den Schuppen der Tannenzapfen, nach Raumann bei manchen Kugel-Cactus, wo Uebergänge aus $\frac{3}{8}$ in $\frac{5}{13}$, aus $\frac{5}{13}$ in $\frac{8}{21}$ vorkommen.

1212. Weil in dieser Theorie der Divergenzwinkel ein rationaler Bruch des Umfangs ist, so muß nach einer bestimmten Zahl von Blättern eines wieder genau über das Anfangsblatt zu stehen kommen. Die Gebrüder Bravais behaupten hingegen für alle Spiralen nur einen einzigen constanten Divergenzwinkel von $137^{\circ} 30' 28''$, der also zum Kreisumfang irrational ist, so daß hiernach nie ein Blatt genau senkrecht über einem früheren stehen könnte, und die meisten Blätter nach ihrer Benennung krummreihige sind. Desters aber stehen doch Blätter genau über früheren, welche Stellung sie geradreihige nennen, aber aus ihrer Lehre bis jetzt nicht erklärt haben. Während A. Braun die Blattstellungstheorie der Gebrüder Bravais als eine „ganz naturwidrige“ bezeichnet, hält Schleiden dieselbe für die „bei weitem vorzüglichere“, indem der angegebene irrationale Divergenzwinkel die größte Zahl von Blättern an einer Aze, die möglichst gleichförmige Vertheilung auf deren ganzen Umfang, daher auch die möglichst gleichförmige Ernährung gestatte. — E. Decandolle und Burdhardt (Act. de la soc. helvet. réunie à Neuchâtel 1866) stimmen den Bravais gegen Schimper und Braun bei, obwohl man auch aus ihrer Theorie (Winkel von $137^{\circ} 30' 28''$) nicht alle Phänomene erklären kann. — Bei manchen Pflanzen, z. B. *Plantago major* und *media*, kommen die verschiedensten Stellungen vor.

1213. Das Blatt wird zunächst aus dem Stamme ernährt, entfernter von der Wurzel, und zieht aus der Luft Stoffe an sich, verarbeitet sie mit den von Stamm und Wurzel erhaltenen und liefert sie theilweise wieder an jene ab. Athmung und Saftumwandlung sind Hauptfunctionen des Blattes. Seine Oberhaut ist daher wie die der grünen Rinde mit Luftlöchern versehen,

welche oft in ungeheurer Zahl auf einem einzigen Blatte vorhanden sind (auf einem Blatt der *Victoria regia* wohl 1000 Millionen) und die Luft in das Innere des Pflanzentörpers gelangen lassen. Bei unseren Laubbäumen ist der Gipfel des Blattlebens in der Regel durch die vollkommenste Ausbildung des Chlorophylls bezeichnet, mit dem Erlöschen der Lebenskraft treten andere Farben: gelbe, rothe, braune ein, und vor dem gänzlichen Tode fallen die meisten Blätter ab. Die Blätter unserer Laubbäume leben nur einen Sommer, die Blätter immergrüner Bäume zum Theil mehrere Jahre, Tannen- und Fichtennadeln 10—12 Jahre.

1214. Auf der gefäß- und chlorophylllosen Oberhaut des Blattes und der Rinde kommt es noch zur Darstellung sogen. Neben- oder Bekleidungsorgane: Haare, Schuppen, Drüsen, Stacheln, Warzen, die zugleich manchmal Secretionen produciren.

1215. Die höchsten Organe, zu welchen es die Pflanze bringt, sind die Blüthentheile, welche zugleich ihre höchsten Functionen vollziehen. Die wesentlichen Blüthentheile sind Geschlechtsorgane; ihnen gesellen sich Hüllorgane zu. Besonders in den letzteren entwickelt die Natur eine reizende Formenfülle und Farbenpracht und indem sich noch Absonderung zuckeriger Säfte und Arome beigesellt, die in gewisser Beziehung zur Einleitung des Geschlechtsprocesses stehen, schließt sich der ganze Apparat morphologisch und physiologisch ab. Von Farben fehlt den Blüthen nur die schwarze, lichtlose, traurige; die Blumen sollten Sinnbilder des Lichtes und der Freude sein. Die seltenen grünen Blumentronen nähern sich auch sonst öfters dem Kelche.

1216. Die Blüthe durchläuft im Pflanzenreiche alle Stufen von leiser Andeutung wie bei den Kryptogamen bis zur vollendetsten Ausbildung mit Gliederung in mehrere Cyklen verschieden gestalteter Theile bei den höchsten Phanerogamen. Man kann aber kaum von blüthenlosen und Blüthenpflanzen sprechen, sondern besser nur von Krypto- und Phanerogamen, denn zwischen den sporangientragenden Farnwedeln und den Kolben von *Cycas*, den Sporophyllen von *Equisetum* und den Staubblättern von *Taxus* ist kein wesentlicher Unterschied. „Man könnte höchstens geltend machen, daß bei den meisten Phanerogamen, den Angio-

spermen nämlich, die morphologische und physiologische Seite des Begriffes der Blüthe zusammenfällt, daß nur hier die Blüthe diese in jeder Beziehung sei, aber dann müßte auch die Blüthe der Gymnospermen, bei welcher eine Trennung der beiden Seiten des Begriffes bereits beginnt, indem an die Stelle der Samenknoſpe in physiologischer Beziehung zunächst das corpusculum und erst indirect wieder die Samenknoſpe tritt, von dem Begriff der Blüthe ausgeschlossen werden.“ (Radlkofer.)

1217. Das Pollenkorn entspricht in morphologischer Hinsicht der männlichen Pteridoideenspore (Mikrospore), in physiologischer der Großmutterzelle der Samenfadenbläschen, die Anthere einerseits dem Sporangium, andererseits dem Antheridium der Kryptogamen. Der Embryosack ist einerseits analog der weiblichen Pteridoideenspore (Megaspore), andererseits der Archegoniumcentralzelle, die Samenknoſpe einerseits dem Sporangium, andererseits dem Archegonium. (Radlkofer.)

1218. Die Blüthe der Phanerogamen muß als eine Stammknoſpe betrachtet werden, deren Blätter morphologisch und physiologisch eine eigenthümliche Beschaffenheit angenommen haben, und deren Hauptzweck nicht mehr Athmung und Saftumwandlung, sondern Hervorbringung der Zeugungsstoffe und geschlechtliche Fortpflanzung ist. Die Blüthenknoſpen können Endknoſpen, Achselknoſpen und Nebenknoſpen sein.

1219. Die vollkommensten Blüthen werden bekanntlich durch die vier Cyklen der Kelchblätter, Blumenblätter, Staubblätter und Fruchtblätter dargestellt, die wegen der außerordentlichen Verkürzung der Aestheile nahe in gleicher Ebene liegen. Die Elemente des Kelches stehen dem Laubblatt noch am nächsten, sind meist grün wie dieses, in der Krone entwickelt sich die größte Zartheit und reizende Mannigfaltigkeit der Farben. In den Staubgefäßen, derenbeutel der Blattscheibe entspricht, wird der Befruchtungsstaub, Pollen, meist in reicher Fülle erzeugt (eine einzige Antherentraube der Fichte enthält über 100,000 Pollenkörnchen), während in den Fruchtblättern und zwar in deren unterem verdickten Theil, dem sogen. Fruchtknoten, sich die Eichen bilden. Manche Blüthen enthalten nur Staubblätter, manchmal mit einem Würzchen als Andeutung eines Pistills, andere nur

Fruchtblätter, bei noch anderen fehlen die Decken theilweise oder ganz.

1220. Bei den Blüthenelementen der Monocotyledoneen herrscht in der Regel die Dreizahl und ihr Multiplum vor, bei den Dicotyledoneen die Zahlen 2, 4, 5 und ihre Multipla. Vom Kelch zu den Blumenblättern und Staubfäden tritt sehr häufig eine Vermehrung der Zahl ein, bei den Fruchtblättern wieder eine Verminderung.

1221. Im Anfang seiner Bildung stellt jeder Cylus einen Kranz kleiner warzenförmiger Erhöhungen um den Vegetationskegel dar, so daß an der Spitze ursprünglich alle Elemente getrennt sind. Bleiben sie auch bei ihrer Ausbildung getrennt, so entstehen die dialypetalischen Blüthencyklen, wachsen sie als Röhren in die Höhe, die gamopetalischen. Außer den vier Hauptcyclen, von denen einer oder mehrere fehlen können, kommt es zur Bildung von Nebenorganen, die als paracorolla, pappus (bei Synanthhereen, Valerianeen), parastamina, nectaria und discus bekannt sind.

1222. Die zwei obersten, scheinbar innersten Cyclen, die Staub- und Fruchtblätter, vermitteln die Fortpflanzung, die bei den Phanerogamen im Wesen der der Algen gleich ist. Im Inhalt des Blüthenstaubes der Phanerogamen, der sogen. Fovilla, sieht man aber nie bewegliche Spermatozoiden, sondern nur formlos unbestimmte, unbewegliche Körnchen.

1223. Vorragungen im Innern der Fruchtknotenhöhle, die sogen. Samenträger, tragen die sogen. Eifnospen, ovula, welche einer Samentnospe ähnlich als Vegetationskegel am Samenträger hervortreten und die Are des Eichens, den sogen. Knospenfern, darstellen, der unbedeckt bleibt oder von einer einfachen oder doppelten Hülle umgeben wird, deren freier Saum über den Vegetationskegel vorragt und den nach Beschaffenheit der Hülle einfachen oder doppelten Gimund, micropyle, darstellt. Durch die verschiedene Lage des Knospenmundes zum Anheftungspunct der Samentnospe entsteht die gerabläufige, gegenläufige, krummläufige und gebogene Form derselben. — Bei den Orchideen sind die Eichen durchsichtig wie Glas und lassen die inneren Veränderungen daher leichter wahrnehmen. Wahre Eichen können nur aus Blät-

tern mit Gefäßen hervordachsen, müssen daher den blattlosen Pflanzen fehlen. Das Ei der Phanerogamen darf nach Unger keineswegs als Knospe angesehen werden, obwohl sich aus ihm eine solche zu entwickeln vermag. Cramer sieht das Eichen als metamorphosirtes Blatt oder Blattgipfel an.

1224. Regelmäßige Blüthen sind jene, wo bei den drei unteren Cyklen die Elemente in Zahl, Größe und Ausbildung einander gleich sind, unregelmäßige im Gegenfall; der oberste Cyclus folgt seinem eigenen Gesetz. Manche Pflanzenfamilien, wie z. B. die Orchideen, haben stets unregelmäßige Blüthen; in anderen, wie den Papilionaceen, Labiatis und Personaten herrschen diese vor, in den Rosaceen zc. sind die Blüthen fast immer regelmäÙig.

1225. Dimorphe Blüthen am gleichen Stoc fand man bei vielen Papilionaceen, Orchideen, Eistineen, Malpighiaceen, Veilchen, Glockenblumen, Primulaceen, dem gemeinen Springkraut und gemeinen Sauerflee zc. Die einen sind groß, bunt, die anderen unscheinbar, ohne Krone. Beide Arten sind fruchtbar, aber nur letztere der Selbstbefruchtung fähig; die ersteren verstäuben und ihr Pollen kann nur andere Individuen befruchten, so wie sie selbst auch nur durch diese befruchtet werden können. Bei manchen Arten von *Lythrum* und *Oxalis* kommen sogar dreierlei Blüthen vor. Oft scheinen die dimorphen Blüthen Bastardbildungen zu sein. Nach Darwin soll eine Befruchtung zwischen dimorphen Blüthen mehr Samen und lebenskräftigere liefern, als Befruchtung gleichgestalteter. Nach ihm wäre überhaupt bei hermaphroditischen Blüthen Befruchtung durch den Pollen einer anderen Blüthe der durch den eigenen vorzuziehen; er meint endlich, wie bei den hermaphroditischen Schnecken nie Selbstbegattung, sondern nur gegenseitige befruchtet, so sei auch bei den Pflanzen Kreuzung, wenigstens periodisch, allgemein nothwendig, was er in einem Streben der Natur nach Formvermehrung begründet glaubt, wodurch dem Aussterben der Art entgegengearbeitet werden soll. Aber diese Kreuzung findet eben bei zahlreichen Pflanzen nicht statt, z. B. bei allen jenen nicht, wo Bewegungen von Pistill und Staubfäden gegeneinander Regel sind, und bei den dimorphen Blüthen von *Oxalis*, *Viola*, *Campanula* ist Selbstbestäubung

nothwendig. (Mohl.) Die einjährige Leguminose *Amphicarpaea monoica* Nuttall (*Glycine monoica* Lin.) blüht sowohl über als unter der Erde und bringt an beiden Stellen Früchte hervor, die aber sehr verschieden sind. (Bouché. *)

*) Sitzungsberichte der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin von 1868, S. 27.

1226. Die Verwachsung der Pflanzentheile beruht in manchen Fällen auf bloßer Längenverschiebung, in anderen darauf, daß mehrere seitliche Glieder durch ein gemeinsames Basalstück emporgehoben werden. Besonders häufig sind Verwachsungen in Blättern und Blüthen der Phanerogamen, hängen mit der Ökonomie und Lebensweise der Pflanzen zusammen und sind daher sehr mannigfaltig.

1227. Wie die Stellung der Blätter am Zweige, so ist auch die Stellung der Blüthenelemente durch ihre Anlage unter dem Vegetationskegel bedingt.

1228. Es gibt in selteneren Fällen Blüthen, welche einzeln am Ende des Stammes, wie beim einblüthigen Wintergrün, oder in Achseln an Zweigen auftreten, wie bei dem Weilchen, — in den meisten Fällen entwickeln sich die Blüthen in größerer Zahl an eigenen Zweigen und die ungemein verschiedene Art der Anordnung und Gruppierung der Zweige und Blüthen bewirkt das, was man Blüthenstand nennt, von welchem man als vier Hauptformen das Köpfchen, die Dolbe, Aehre und Traube unterscheidet. Es können verschiedene Blüthenstände miteinander das bilden, was man zusammengesetzten Blüthenstand nennt, z. B. dolbenartig gestellte Aehren, oder es können begrenzte Inflorescenzen in unbegrenzter Anordnung oder unbegrenzte in begrenzter Anordnung sich vereinen zu einem gemischten Blüthenstand. Bei *Bromelia Ananas*, bei *Eucomis*, *Metrosideros* wird die Hauptaxe nicht durch die Blüthe geschlossen, sondern es entwickelt sich über der Endblüthe noch eine Laubknospe, die manchmal in einen beblätterten Zweig auswächst. Anomal kommt dieses Verhältniß bei manchen anderen Gewächsen vor und wird proliferirender Blüthenstand genannt.

1229. Die Blätter an den Blüthenständen, die Hochblätter nehmen eigene Form und Beschaffenheit an, sind in einigen Fällen

gefärbt und heißen bisweilen Deckblätter, Bracteen, und wenn nur eines von ungemeiner Größe einen ganzen Blütenstand stützt oder umhüllt, wie bei Arum, Calla, manchen Palmen, Blütenscheibe, spatha. Aus den Winkeln der Hochblätter kommen die Blütenstiele; in einen Quirl oder niedere Spirale zusammengerückte Hochblätter bilden die Blütenhülle, involucrem.

Lebenserscheinungen bei den Pflanzen.

1230. Hales 1727 versuchte zuerst, die Pflanzenphysiologie auf das Experiment zu gründen; er erforschte durch Messungen und Versuche vorzüglich die Ausstoßung des Saftes aus dem verletzten Rebstock. Alles in dieser Richtung seit Hales Geschehene ist nur wenig gegen die Leistungen im letzten Decennium, wo Mikroskopie und Chemie zur Erforschung des Pflanzenlebens beigezogen wurden.

1231. Die Bestandtheile der Pflanzen wurden genauer bestimmt, die Molecularkräfte und Verwandtschaftsverhältnisse gewürdigt, Stoffaufnahme und Production, die Wandlung der Substanzen in ihrem Fortschreiten durch den Pflanzenkörper mit Maß und Wage untersucht, der Einfluß des Lichtes, der Electricität, der Wärme und Schwere erwogen.

1232. Es mußte sich hiebei eine wesentliche Verschiedenheit des Pflanzen- und Thierlebens und namentlich auch des Verjüngungsprocesses in beiden ergeben. Dieser besteht in der Pflanze vielmehr in einem Fortgang zu immer neuen Bildungen mit Hinterlassungen und Fixiren der alten, im Thiere in einer beständigen Reconstruction des Vorhandenen, mit Ausstoßung oder Rückbildung des unbrauchbar gewordenen Materials. Im Thiere erfolgen Neubildung und Rückbildung mehr gleichzeitig, in der Pflanze mehr periodisch wechselnd und die Hauptvermittler sind in beiden die Proteïnsubstanzen.

1233. Alle Auflösungsvorgänge in der Pflanze sind durch Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure charakterisirt. Während der thierische Organismus den Kohlenstoff immer durch Ausathmen und Ausdünsten entfernt, verwendet ihn die Pflanze zur Darstellung der Zellmembran, des Amylum,

Chlorophylls, der fetten Oele u. Namentlich durch die feste Zellwand erreichen die Pflanzenzellen eine Abgeschlossenheit und Festigkeit, wie sie im thierischen Organismus kaum vorkommt; mit ihrem Erscheinen hören auch die freien Bewegungen auf, welche nur den hüllenlosen Sporozoiden und Spermatozoiden und den amöboiden Zuständen möglich werden.

1234. Welche unermessliche Arbeit übernimmt zum Besten des Thier- und Menschenreiches, zur Verwirklichung höherer Zwecke die Pflanze! Sie kann es, weil Lust und Schmerz ihr nicht zum Bewußtsein kommen. Licht und Wärme sind die Kraftquellen, welche die Pflanze zur Arbeit befähigen, und deren Größe ist gleich der Arbeit der Pflanze. Für sie ist das Licht noch viel wichtiger als für die Thiere, darum steht der Vegetationsproceß Nachts still, und die Pflanze, statt Wärme aufzunehmen, gibt in der Nacht Wärme an die Luft ab. (VequereL.) Liebig vergleicht die Wirkung des Sonnenlichtes auf die Pflanzen einer „schwachen Glühbirne“. Ohne das Chlorophyll, welches sich nur im Sonnenlichte bilden kann und wobei das Eisen nothwendig ist, kann bei den höheren Pflanzen der rohe Nahrungsaft nicht assimilirt werden. Ganz abgeschlossen vom Lichte können nur Pilze (Trüffel, Rhizomorphen, Schimmel u.) gedeihen. Der blaue Strahl wirkt am kräftigsten chemisch und beschleunigt namentlich das Keimen.

1235. Die chemischen Proceße in den Pflanzen scheinen vorzüglich oder allein durch die hellen, weniger brechbaren Strahlen des Roth, Orange, Gelb und Grün vermittelt zu werden, die Bewegungserscheinungen mehr durch die weniger hellen, stärker brechbaren Strahlen der blauen Hälfte der Spectrums. Das Lampen- und elektrische Licht hat keinen wesentlichen Unterschied vom Sonnenlicht erkennen lassen. In der Dunkelheit verhält sich die Pflanze wie ein Thier ohne gesonderte Athmungsorgane; es findet Verbrennung im Zellgewebe und durch Verbrauch des Zuckers oder Stärkemehls geringe Wärmeerzeugung statt. Die Pflanze könnte in der Dunkelheit so lange existiren, als ihr Vorrath von Eiweißstoff, Fett, Zucker und Phosphaten reicht, dann müßte sie verschmachten. (Dumas und Boussingault.)

1236. Weitans die meiste Wärme bedarf die Pflanze zur

Verdunstung des überflüssigen Wassers und nur ein sehr geringer Theil wird zur Verdauung und Saftbewegung verwendet. Nach Sachs würde das Pflanzenleben überhaupt zwischen 0° — 50° C. fallen; nach Regel wachsen Pflanzen in Wasser von mehr als 40° C. Wärme nicht mehr. Das Wachsthum der Embryonen, das Ergrünen des Chlorophylls, die Bewegung des Protoplasma, die Wasseraufnahme durch die Wurzeln, die Reizbarkeit und Bewegung der Blätter u. hängen bei den verschiedenen Pflanzen natürlich von sehr verschiedenen Temperaturen ab, die aber alle innerhalb der angegebenen Grenzen liegen. Die Functionen der Pflanzen nehmen bis zu einer gewissen Temperaturhöhe zu, nach Ueberschreitung derselben wieder ab.

1237. Die Pflanzentheile sind schlechte Wärmeleiter, strahlen aber die Wärme sehr kräftig aus und werden auch durch das verdunstende Wasser abgekühlt, wie dieses die Thau- und Reifbildung erweist. Blätter und andere dünne Pflanzentheile sind gewöhnlich kälter als die Luft über ihnen, Baumstämme sind am Tage kälter, am Abend und in der Nacht wärmer als die Luft. (Krusch.)

1238. Die Wasseraufnahme der Pflanzen wird durch die Wurzel besorgt, die Blätter verhalten sich wesentlich verdunstend: durch diese Functionen wird eine stete Wasserströmung erhalten. Die Fettpflanzen halten in Folge einer besonderen Structur das Wasser zurück und können deshalb an sehr trockenen Orten wachsen. Im Winter hört mit dem Wachsthum auch die Verdunstung und Wasserbewegung auf.

1239. Ferner findet in den Pflanzen auch Bewegung der Gase um so lebhafter statt, je energischer das Wachsthum vor sich geht. Es wird aus der Atmosphäre Kohlensäure aufgenommen und Sauerstoff mit Stickstoff an sie abgegeben. Die Gase durchbringen die Zellhäute, verbreiten sich im Inhalt der Zellen, erfüllen die Räume zwischen den Zellen und Geweben und führen durch ihre Bewegung beständige Störungen und Wiederausgleichungen des Gleichgewichtes herbei.

1240. Ohne Zweifel werden die Molecularbewegungen, die chemischen Vorgänge, die Bewegungen des Protoplasma, die Differenz der verschiedenen Flüssigkeiten, die Diffusion fort-

währende Störungen des elektrischen Gleichgewichts in den Pflanzen hervorbringen. Das innere Gewebe der auf dem Lande wachsenden Pflanzen und deren Wurzeloberfläche verhält sich zur Oberfläche des Stengels und der Blätter, Blumen und Früchte dauernd negativ elektrisch. (Buff.) Die Pflanzen mit ihrer weit ausgebreiteten Oberfläche sind dazu gemacht, die Erd- und Lufterlektricität fortwährend auszugleichen. Elektromotorische Einwirkung durch constante Ströme oder Inductionsschläge erhöht die Bewegung des Protoplasma, tödtet aber bei größerer Steigerung dasselbe und vernichtet die Beweglichkeit der Blätter.

1241. Der Schwerezug bewirkt, daß Wurzeln und unterirdische Sprosse in die Tiefe wachsen; Theile mit starker Gewebespannung vermögen, den Schwerezug überwindend, sich aufzurichten. Die Flüssigkeiten in der Pflanze und die in ihnen schwimmenden festen Theilchen haben stets die Neigung, nach unten zu sinken, was nur durch gegenwirkende Kräfte verhindert wird, welche die flüssigen Massen nach oben treiben. Mancherlei Veranstellungen zielen darauf, das Niederliegen der Stämme und Aeste, das Niederfallen der Samen zu verhindern.

1242. Die Pflanze nimmt nach Bedürfniß aus Erde, Luft und Wasser Stoffe auf, bald mehr von diesen, bald mehr von jenen; die Wurzel nimmt Flüssiges, die grüne Oberfläche Gas oder Dunst auf. Nach den Einen geschieht die Aufnahme durch geschlossene Membran ohne Poren mittelst Diffusion (Diosmose) und es können daher nur gelöste oder gasförmige chemische Verbindungen aufgenommen werden, Andere nehmen in der Zellmembran für den Stoffwechsel unsichtbar kleine Oeffnungen an.

1243. Die meisten Pflanzen nehmen ihre Nahrung aus der Luft und Dammerde, manche aus anderen Körpern, die Parasiten aus den Pflanzen oder Thieren, auf denen sie wachsen. Die Schimmel sollen nach den Substanzen verschieden sein, auf welchen sie wachsen, so daß auf feuchtem Leder mit gerbsaurem Eisen und Gummi, auf Tinte u. immer dieselben Schimmel wachsen, weshalb Mulder nicht nur eine Ernährung der Schimmel durch diese Substanzen, sondern eine Entwicklung aus den organischen Molekülen derselben annimmt. Bei dem Wachsthum des so zerstörenden Holzschwammes, *Merulius destructor*, zieht derselbe

die ihm nöthigen Proteilverbindungen aus dem Eiweiß und der Cellulose des Holzes und diese Stoffe werden nicht in Kohlensäure und Ammoniak verwandelt, sondern gehen direct in eine neue Organisation über, die Cellulose vegetirt als Dextrin fort. — *Renanthera coccinea*, die chinesische Lustpflanze, lebt nur von Einsaugung aus der Luft.

1244. Die Pflanzen vermögen aus unorganischen Substanzen organische zu bilden; darum kann sich Humus anhäufen, weil sie zum Theil sich von unorganischen Substanzen nähren und weniger organische Substanz brauchen, als sie produciren. Manche Kräuter, Getreidearten, Bohnen lassen sich in bloßen Salzlösungen zu Blüthe und Frucht bringen, obschon sie nie dasselbe Trockengewicht erreichen. Der Humus und die organischen Substanzen scheinen aber keineswegs bloß dadurch die Pflanzen zu ernähren, daß sie in anorganische Verbindungen zerfallen; die wahren Schmarozerpflanzen nähren sich von Säften lebender Gewächse, Pilze, Orchideen, Torfpflanzen von Stoffen tochter organischer Körper. Gartengewächse, Getreidearten, Obstbäume gedeihen nur in einem Boden, der viele moldernde organische Stoffe enthält, während manche andere Pflanzen allerdings nur eine geringe Menge derselben bedürfen.

1245. Die Pflanzen haben das Vermögen, die bestimmten Nahrungsstoffe, die sie bedürfen, aus der Erde auszugiehen und andere zurückzulassen. Die einen Pflanzen bedürfen diese, andere jene Bestandtheile und erschöpfen den Boden, wenn sie längere Zeit selben inne haben; die Cerealien gedeihen nur wenn er reich an Alkali ist. Weil die Ackerkrume eine große Mannigfaltigkeit mineralischer Bestandtheile enthält, so gedeihen in derselben die verschiedensten Pflanzen. Ist der Boden durch langen Anbau oder natürliches Wachsthum derselben Pflanzen an gewissen Bestandtheilen erschöpft, so zeigt er sich für andere mit anderen Bedürfnissen ganz geeignet, worauf eben die sogen. Wechselwirthschaft beruht.

1246. Nur Boden, welcher aus der Atmosphäre Wasser absorbiren kann, vermag Pflanzen zu nähren, und da dieß in bedeutenderem Grade nur der Thon leistet, ist thonfreier Boden unfruchtbar. Viel mehr Wasser vermag aber der Humus zu

absorbiren, weshalb humusreicher Boden eine üppige Vegetation zu tragen vermag, ohne wesentlich zu ihrer Ernährung beizutragen. Die Düngung bringt die für die Pflanzen nothwendigen unorganischen Stoffe sehr reichlich in den Boden.

1247. Die Pflanzen erhalten ihre meiste Nahrung aus der Kohlensäure, dem Wasser und dem kohlensauren Ammoniak der Atmosphäre, der Boden, selbst gedüngt, liefert nur wenig. Zu beiden Seiten des Aequators bis 35° nördl. und südl. Br. findet nur Bewässerung, keine Düngung statt. In den Pampas hat sich die organische Substanz nicht vermindert, obwohl durch die ausgeführten Häute der verwilderten Pferde und Rinder allein ein jährlicher Verlust von wenigstens 60 Mill. Pfd. stattfindet. Auch auf den Kieferhaiden der Mark Brandenburg und auf den Däsen der Sahara entwickelt sich überall Vegetation, wenn nur Wasser vorhanden ist.

1248. Ein Joch Walb von 6078 Quadratmeter liefert, wie Unger angibt, im Durchschnitt jährlich 6442 Pfd. lufttrocknes Holz, welches 2254,70 Pfd. Kohlenstoff enthält. Ein Joch Wiese liefert jährlich 6078 Pfd. lufttrockenes Heu, welches 2693,16 Pfd. Kohlenstoff enthält. Ein Joch Feld mit Runkelrüben 43,761 bis 48,624 Pfd. und in diesen 2275,80 Pfd. C. Ein Joch Roggenfeld liefert an Frucht 1945 Pfd., an Stroh 4327 Pfd., demnach 6272 Pfd., worin 2480,61 C. Weitans die größte Menge des Kohlenstoffs kommt aus der Atmosphäre; Kohlenstoff, Wasser-, Sauer- und Stickstoff treten vorzugsweise in der Form von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak auf; Alkalien, Erden, Metalloide und Metalloxyde als lösliche Salze. Die zwischen den Erdtheilen befindliche Luft ist reicher an Kohlensäure als die über dem Boden; aus letzterem stammt auch der Kohlensäuregehalt der Wässer; viel Kohlensäure strömt aus den Vulkanen, die Menschen und Thiere hauchen jährlich etwa 24,750 Millionen Centner Kohlensäure aus, durch Verbrennungsprocesse werden jährlich etwa 5500 Millionen Centner erzeugt, und die Atmosphäre würde demnach bald eine andere Beschaffenheit annehmen, wenn nicht die Pflanzen fortwährend Kohlensäure aufnehmen würden.

1249. Der Humus dient nicht durch die humusfauren Salze zur Ernährung der Pflanzen — denn diese sind so schwer löslich

im Wasser, daß schon der humusfaure Kalk, das Löslichste unter ihnen, 2500 Theile Wasser bedarf — sondern nur indirect durch die in ihm enthaltene Kohlensäure. Die Kali-, Ammonial- und phosphorsauren Salze werden in der Ackerkrume so zerlegt, daß Kali, Ammonial und Phosphorsäure gebunden bleiben, und die Pflanze ist fähig, mittelst der Wurzelspitzen, wahrscheinlich durch Ausscheidung von Kohlensäure, die ihr zuträglichen Stoffe aufzulösen und aufzunehmen. Auch das Wasser zerlegt die Pflanze und fixirt den Wasserstoff, der in manche ihrer Bestandtheile eingeht, mittelst eines chemischen Processes, welcher der directe Gegensatz der Salzbildung ist. Wenn Kohlensäure, Wasser und Zink sich berühren, so entsteht unter Ausscheidung von Wasserstoff ein weißes Pulver, welches Kohlensäure, Zink und den Sauerstoff des Wassers enthält. Bei der Wasserzersehung spielt die lebende Pflanze die Rolle des Zinks und es kommt in ihr unter Ausscheidung von Sauerstoff zu Verbindungen, in welchen der Wasserstoff des Wassers und die Elemente der Kohlensäure enthalten sind, was namentlich bei den flüchtigen Oelen, den Fetten und dem Wachs der Fall ist. (Liebig.)

1250. Den ihr so nöthigen Stickstoff vermag die Pflanze nicht direct aus der Atmosphäre zu gewinnen, wo er doch so reichlich vorhanden wäre, sondern erst, wenn er sich mit Wasserstoff zu Ammonial verbunden hat. (Den Sauerstoff kann sie im Keimungsproceß nie aus einer chemischen Verbindung, sondern nur im freien Zustande aufnehmen.) Unter dem Einfluß der Wärme bildet sich aus Wasser und atmosphärischer Luft salpetrigsaures Ammonial. In dieser Form tritt also der Stickstoff in die Pflanzen ein und wird zur Darstellung der stickstoffhaltigen Verbindungen verwandt.

1251. Die Pflanzen können durch eingesaugte Stoffe vergiftet werden. Nach Ratti ist die Stelle, an welcher ein Maulbeerbaum abgestorben, nicht nur für den darauf folgenden Baum ansteckend, sondern die Sterblichkeit dehnt sich auch auf die nahestehenden aus. Endlich gelang es Ratti, ein Mittel hiegegen aufzufinden. Er setzt an die Stelle des abgestorbenen Maulbeerbaumes einen jungen Nußbaum, läßt diesen zwei Jahre stehen und pflanzt dann an dessen Stätte einen Maulbeerbaum,

welcher nun außerordentlich üppig gedeiht. *) Nicht alle Stoffe, welche für die Thiere Gifte sind, sind es auch für die Pflanzen; der befeuchtete Same entwickelt sich z. B. in Bleiglätte und Quecksilberoxyd in der gleichen Zeit wie in Gartenerde. Umgekehrt ist es fast unmöglich, in Bittererde, welche doch reichlichst als Arznei gegeben wird, Samen zum Keimen zu bringen. (Vogel.)

*) Haubinger's Berichte VII, 133.

1252. Die Pflanze vermag die aus Luft, Erde und Wasser gezogenen unorganischen Stoffe in organische Substanz zu verwandeln und verrichtet dadurch eine Arbeit von früher nicht geahnter Größe. Man hat berechnet, daß die jährliche Arbeit (Leistung) eines Morgens Hochwald etwa eine Billion Wärmeeinheiten beträgt, hinreichend, um mehr als 22,170,000 Pfd. Wasser von 0° Temperatur zum Kochen zu bringen. Eine große Eiche verrichtet durchschnittlich jeden Tag so viel Arbeit als sieben Pferde. Würden nicht die Pflanzen stets neue organische Substanz erzeugen, so müßte deren Vorrath auf der Erde durch Verwesung der Organismen bald vernichtet sein.

1253. Durch die Wirkung des Lichtes wird die Bildung organischer Verbindungen aus den Grundstoffen der Kohlensäure und des Wassers möglich, wobei etwa gleichviel Sauerstoff abgeschieden wird, wie die Verbrennung der vegetabilischen Substanz erfordert und der Arbeitswerth der hierbei entwickelten Wärme der Arbeitsgröße des Lichtes entspricht. Ist einmal Bildungsmaterial entstanden, so können Stoffwechsel und Wachsthum unabhängig vom Licht auch in den chlorophylllosen Theilen vor sich gehen. Die Entstehung neuer Theile, namentlich der Wurzeln, Knollen, auch Blüthen, ferner die Bildung der Samen und Sporen, die Strömung des Protoplasma geht sogar bei mangelndem oder gedämpften Lichte leichter vor sich. Die Stengeltheile und Blätter hingegen, welche Chlorophyll entwickeln, bedürfen des Lichtes, bleiben klein bei Mangel desselben und werden bleichsüchtig. Die Schwärmsporen kehren beim Schwärmen ihr Vorderende dem Lichte zu.

1254. Das Chlorophyll geht durch Umwandlung eines Theils des Protoplasma hervor, wozu bei den Mono- und

Dicotyledoneen das Licht nothwendig ist, in den Götylebonen der Nabelhölzer und den Farrnwebeln hingegen fehlen kann. Bei länger dauernder Verbunklung wird das Chlorophyll zerstört.

1255. Wärme und Licht liefern die zur Stoffumwandlung nöthige Arbeit, während die schon vorhandenen organischen Substanzen Wärme und Licht so leiten, daß sie statt Erwärmung die Umwandlung unorganischer in organische Substanz herbeiführen, indem sie die unorganischen Verbindungen zerreißen und andere Combinationen und Lagerungen der Moleküle veranlassen. Man hat dieß mit dem Vorgang bei der Papierbereitung verglichen; Wärme und Licht wären das Wasser, der vorhandene organische Stoff wäre das Wasserrad, die Zwischenräder und die Papiermaschine, welche die Wasserkraft so leiten, daß sie den Lumpenbrei in Papier umwandelt.

1256. In den chlorophyllhaltigen Zellen entstehen bei Einwirkung des Lichtes unter Zersetzung von Kohlensäure und Wasser in der Regel Kohlenhydrate, namentlich Stärke, manchmal Zucker oder auch Fett; zuerst entstehen Stärkekörnchen im Chlorophyll, die Stärke wird durch die leitenden Gewebe den wachsenden Theilen zugeführt und erleidet wieder mancherlei Metamorphosen, verwandelt sich in Glykose, Rohrzucker, Inulin, fette Oele u. Nicht nur in den chlorophyllhaltigen, sondern wahrscheinlich auch in den chlorophylllosen Geweben entstehen aus den Kohlenhydraten und Fetten, welche ihnen die Blätter zuführen, und aus den Ammoniak- oder salpetersauren Salzen, die sie von der Wurzel erhalten, die eiweißartigen Stoffe.

1257. Die organisirten, concentrisch geschichteten Körner der Stärke erscheinen zuerst als Pünctchen im Protoplasma, in welchem sie so lange fortwachsen, als ihre Berührung mit demselben währt. Jedes Korn besteht aus Stärkesubstanz (einem Kohlenhydrat), Wasser und äußerst wenig Mineralstoffen. Beim Absterben der Blätter und einjährigen Theile wandern die Stärke, Phosphorsäure, Kali und andere der Pflanze nützlichen Stoffe in die dauernden Theile hinüber und die abfallenden Blätter bestehen nur noch aus Zellhaut und nutzlosen Bestandtheilen, darunter viel oxalsaurem Kalk. Ihre gelbe Farbe erhalten sie

durch die in gelbe Körnchen verwandelten Reste der Chlorophyllkörperchen, ihre rothe durch einen rothen Zellsaft.

1258. Weil die Nährstoffe Sauerstoffverbindungen, die assimilirten Stoffe aber sehr arm an Sauerstoff sind, so stellt sich die Assimilation, die Erzeugung organischer Substanz in den chlorophyllhaltigen Theilen als ein Desoxydationsproceß dar. Der Stoffwechsel besteht in der Umwandlung der Assimilationsproducte der chlorophyllhaltigen Zellen und findet auch in den chlorophylllosen Theilen statt und zwar im Lichte und im Dunkeln, während die Assimilation nur im Lichte geschieht. Bei letzterer wird viel Sauerstoff ausgeschieden und Kohlenstoff aufgenommen, beim Stoffwechsel wird etwas Sauerstoff aufgenommen und etwas Kohlensäure ausgehaucht. Ueberwiegt die Assimilation, so findet Gewichtszunahme der Pflanze statt; beim Stoffwechsel tritt nur Aenderung der Qualität der assimilirten Stoffe ein.

1259. Bildung und Vergrößerung der Zellen, also Wachsthum, geschieht nur auf Kosten der assimilirten Stoffe, namentlich des Eiweißes, der Fette und besonders der Stärke, die für künftigen Gebrauch namentlich in Samen, Zwiebeln, Knollen u. aufgespeichert Reservestoffe heißen und den wachsenden, oft entfernten Organen zugeführt werden müssen, wobei sie verschiedene Umwandlungen erleiden. Von den vielen Producten des Stoffwechsels taugt aber nur eine geringe Zahl zum Wachsthum und Aufbau der Pflanze: Stärke, Zucker, Inulin und Fette sind Baustoffe der Zellhaut, die Eiweißstoffe stellen das Protoplasma und Chlorophyll dar. Sind die Reservestoffe verbraucht, z. B. in der keimenden Pflanze, so kann weiterer Bildungstoff nur durch Assimilation beschafft werden.

1260. Es existiren in den Pflanzen vielerlei Substanzen, welche durch Veränderung organisirter Gebilde oder als Nebenproducte des Stoffwechsels entstehen und in beiden Fällen keine Verwendung in der Oekonomie der Pflanzen selbst finden, aber oft für andere Organismen nützlich und wichtig werden, wie viele Farbstoffe, die ätherischen Oele, Kautschuk, Harz- und Gummiarten, Säuren (die wahrscheinlich in der Pflanze den Uebergang von der Kohlensäure und dem Wasser zu den Kohlenhydraten bilden), Alkaloide, Wachs, Gerb- und Pektinstoffe. Gewisse Stoffe

lassen Zwecke erreichen, die ebenso bedeutungsvoll für andere Organismen wie für die Pflanzen selbst sind, so die zuckerigen Substanzen der Nectararien oder die Klebrigen an den Antheren der Orchideen, durch welche letztere der Pollen an den Rüsseln der besuchenden Insecten haftet, während die Zuckersäfte sie anlocken, worauf sie mit Pollen bestäubt in derselben Pflanze oder in anderen die Befruchtung vermitteln.

1261. Fortwährend gehen in der Pflanze Stoffausscheidungen, Secretionen der verschiedensten Producte durch die lebendige Thätigkeit der Zellmembranen vor sich, dann Resorptionen, durch welche flüssige oder feste Stoffe, Zellwände und Reserverablagerungen mittelst der Thätigkeit der Nachbarzellen verschwinden, welche sie auffaugen. Mit der Fäulniß beginnt das Absterben der Zellen. Das Urparenchym und Cambium erzeugen hauptsächlich Zellen, das Parenchym und Cambium Kohlenhydrate, also Nahrungs- und Reservestoffe.

1262. Zum Behuf der Stoffwandlung findet Bewegung des Flüssigen in der Pflanze statt, und der Hauptantrieb hiezu geht von der Wurzel aus. Eine propellirende Kraft des Saftlaufes, wie sie bei den Thieren Herz und elastische Gefäßwände üben, fehlt in der Pflanze, aber durch die Verdunstung wird die Saftbewegung bedeutend gefördert. Der aufsteigende Strom des rohen von der Wurzel eingefangenen Saftes bewegt sich bei den Dicotyledoneen im Holztheil, der absteigende im Basttheil des Gefäßbündels und führt den im oberirdischen System, namentlich in den Blättern bereiteten Lebenssaft, Milchsaft, auch der Wurzel zu, welche ihn ebenso sehr bedarf; die Markstrahlen vermitteln eine horizontale Saftverbindung.

1263. Eine sogen. Kolklose, wie sie Schulz nannte, analog dem thierischen Blutkreislauf, existirt in den ein zusammenhängendes System bildenden Milchsaftgefäßen nicht. Die Saftbewegung in diesen Gefäßen hängt von Temperatur, Gewebespannungen, äußerem Druck ab, theils von Uebertragungen des mit ausgeschiedenen Substanzen gemischten Bildungsstoffes. Außerdem findet in jeder Zelle rotatorische Bewegung des Zellsaftes statt, so lange das Innere nicht durch secundäre Ablagerungen ganz erfüllt ist. Die Bewegung der plastischen Substanzen durch

das geschlossene Zellgewebe ist nothwendig Diffusionsbewegung, in den Siebröhren und Milchsaftgefäßen Massenbewegung; die Strömung richtet sich hauptsächlich nach den Verbrauchsorten, geht also besonders in die Spitzen der Knospen und Wurzeln, weil dort der Widerstand am schwächsten ist. Die Spannung der Gewebe befördert durch den Druck, den sie auf die Säfte übt, deren Bewegung; diese quellen aus durchschnittenen Siebröhren und Milchsaftgefäßen massenhaft hervor.

1264. Im Pflanzenreiche kommen viel mehr Wohlgerüche, im Thierreiche viel mehr Mißgerüche vor; Entwicklung riechbarer Stoffe, meist in ätherischen Oelen bestehend, liegt viel mehr im Wesen der Pflanzen als in dem der Thiere; es gibt unendlich viel riechende Blumen und sehr wenig Thiere, welche specifische riechbare Substanzen bilden. Die den Riechstoff absondernden Organe sind in beiden Reichen meist mit dem Geschlechtsapparat verbunden. Giftige oder häßliche Pflanzen und Thiere (Solaneen, Schlangen, Wanzen) riechen oft übel. Gewisse Arten von *Mephitidia* Dec. (*Lasianthus alior.*) auf Java, dann *Gumira foetida* Hassk. zeichnen sich durch widerlichen Geruch, selbst kotthartigen Gestank aus, die Rafflesien, Stapelien durch Nasgeruch.

1265. Die Pflanzen nehmen bei ihrer Respiration wie die Thiere beständig Sauerstoff in ihre Gewebe auf, dessen Oxidation chemische Aenderungen der assimilirten Stoffe veranlaßt; dabei findet auch Bildung und Aushauchung von Kohlensäure und Wassererzeugung statt. Stoffwechsel und Wachstum sind desto energischer, je mehr Sauerstoff in die Pflanze bringt; mangelt dieser, so krankt die Pflanze und stirbt zulezt. Bewegliche Blätter hören beim Fehlen des Sauerstoffs auf, sich zu bewegen.

1266. In den Perioden der Keimung und des Wachstums verhält sich die Pflanze chemisch sehr verschieden. Beim Keimen wird durch Uebertritt des Sauerstoffs zum Kohlenstoff Kohlensäure gebildet, es findet eine Art Verbrennungsproceß und Temperaturerhöhung statt. Dabei wird auch ein Theil des Amylums oder der Cellulose in Stärklegummi und Stärkezucker verwandelt. Der Stärkezucker, durch Aufnahme von Sauerstoff so reichlich beim Malzen der Gerste entstehend, durchdringt im gelösten Zustande

die Zellwände und dient zunächst, das Keimwurzelschen zu ernähren. Während der Keim Sauerstoff bindet und Kohlensäure aushaucht, bindet die spätere Pflanze Kohlenstoff und haucht Sauerstoff aus.

1267. Die Blüthen nehmen sowohl bei Tage als bei Nacht Sauerstoff auf und bilden dann mit ihm und aus ihrer Substanz Kohlensäure, die dann ausgehaucht wird. Doch nimmt auch während des Blühens die Pflanze mehr Kohlensäure auf als sie abgibt. Man betrachtet diese Aushauchungen weniger als notwendige Acte der Vegetation, sondern schreibt sie vielmehr nur dem Einfluß des Sauerstoffs auf die organischen Wesen überhaupt zu. (Liebig.)

1268. Während dem Fruchtreifen wird Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure ausgehaucht. Ist die Frucht ihrem Reifezustande schon sehr nahe, so wandelt sie schnell den Sauerstoff der Atmosphäre in Kohlensäure um und entwickelt solche auch durch die sogen. Pektinährung aus ihren eigenen Bestandtheilen. Unter dem Einfluß einer stickstoffhaltigen Substanz können sich die pflanzenjauren Salze in kohlen saure Salze verwandeln, und wahrscheinlich macht ein ähnlicher Proceß beim Fruchtreifen die Pflanzensäuren verschwinden und läßt die zuckerhaltigen Substanzen hervortreten.

1269. Die Athmung der Pflanze verursacht, wie beim Thiere, einen Verlust von assimilirter Substanz, indem die Reservestoffe zersetzt und zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden. Die dadurch entstehende Wärme wird aber kaum merkbar, weil die Pflanzen so sehr für die Abkühlung organisirt sind. „Alle echt organischen Körper entstehen mit Austreten von Wärme aus den Urstoffen, aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser Die Kühle eines dichtbelaubten Waldes, einer üppigen Wiese, eines reichen Kleefeldes ist durch die in den freiverwendenden Sauerstoff als raumerfüllende, spannungbewirkende Molecularkraft übergehende Wärme der Sonnenstrahlen zu erklären. Der Wald ist kühler als ein schattengebendes Zelt. Die Verdunstung von Wasser erzeugt nur einen Theil der Kühle. Je üppiger die Pflanze wächst, desto mehr Kühle erzeugt sie.“ (Mohr.)

1270. Die specifische Temperatur der Pflanzen ist gewöhnlich in allen ihren Theilen niedriger als die der umgebenden Luft

und nur im Fall gehemmter Verdunstung um $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{3}$ Proc. höher. Die Wärme steigt und fällt jede 24 Stunden und erreicht bei uns zwischen 10—2 Uhr das Maximum, um Mitternacht das Minimum. (Unger.) Nur bei sehr großer Energie der Athmung und bei Gegenwart schützender Hüllen z. B. am Kolben der Aroideen, in der Blüthe der Victoria, des Kürbisses kann die erzeugte Wärme die Außentemperatur bis 10 und mehr Grade übersteigen. Die Pflanzen, deren specifische Wärmeproduction noch weit unter der der kaltblütigen Thiere zurückbleibt, sind demnach von der äußern Temperatur viel abhängiger als die Thiere. Daher stehen bei uns im Winter die vegetativen Proceße still.

1271. Bei Entstehung der Blüthenfarben wirkt in erster Linie die Wärme, erst in zweiter das Licht (Martius); bringt man Blüthenknospen von *Papaver bracteatum* in schwarze geschlossene Papierbüten, so zeigen die Blumen nach der Enthüllung nichts destoweniger die prächtige Scharlachfarbe. (Morren.)

1272. Alle Luftentwicklung der Pflanzen findet nur im Sonnenlichte statt; Wasserpflanzen von höherer Organisation entwickeln nicht an ihrer Oberfläche Luft, sondern geben solche nur aus den verlegten Luftgängen von sich. Die Luft, welche die Pflanzen im Sonnenlichte ausscheiden, enthält außer Sauerstoff noch eine verschiedene Menge Stickstoff, und ihre quantitative Zusammensetzung variiert nach Umständen sogar in derselben Pflanze. Die aus Luftgängen und Rissen der Landpflanzen bei Verletzung hervortretende Luft ist stets ärmer an Sauerstoff als die atmosphärische. (Unger.)

1273. Der Einfluß des Lichtes auf die Gewebespannung bewirkt, daß gewisse Organe sich in der Ebene des stärksten einfallenden Lichtes krümmen, wobei sie sich dem Lichte zu- oder abwenden, was als positiver und negativer Heliotropismus unterschieden wird. Die Internodien der Blätter und ihre Blattstiele sind heliotropisch, weshalb die Blätter möglichst ihre Oberseite dem Lichte zuwenden. Es ist bekannt, wie außerordentlich sich manche im Dunkeln wachsende Pflanzentheile verlängern, um der Lichtquelle nahe zu kommen, wie z. B. in einem Bergwerke im Mansfeld'schen eine *Lathraea squamaria* 30 Ellen aufwärts wuchs. Beim Epheu hat der Stamm die Neigung, sich vom

Lichte abzuwenden, schmiegt sich daher an den Baum oder Fels an, an welchen er emporwächst, wobei jedoch die Blätter ihre Oberseite dem Lichte zukehren.

1274. Eine verwandte Erscheinung ist das periodische Ausbreiten und Zusammenlegen der Blätter und Blüthenbedecken, je nach dem Vorhandensein oder Fehlen des Lichtes, welche man mit dem Namen des Wachens und Schlafens der Pflanzen bezeichnet hat, und die auf wechselnden Gewebespansungen durch den Lichtreiz, bei den zusammengesetzten Blättern hauptsächlich im angeschwollenen Theil der Blattstiele, den „Bewegungspolstern“, beruht. Die meteorischen Blüthen des Linné sind in Schlaf und Wachen von veränderlichen atmosphärischen Zuständen abhängig, seine tropischen vom täglichen Stand der Sonne. Blüthen aus fernen Ländern von anderer Tageszeit zu uns gebracht, öffnen und schließen sich doch um die gleiche Stunde wie in ihrer Heimath, weil die Periodicität bei ihnen zur Natur geworden ist. In den Nordpolgegenden schlafen die Pflanzen auch im Hochsommer, wo die Sonne nicht untergeht, regelmäßig, ob schon nur kurz, um Mitternacht. (Seemann.)

1275. Durch Gewebespannung kommt auch die Bewegung der Narben und Staubfäden, das Zusammenklappen der Fliegenfalle, Heben, Senken, Zusammenlegen, Ausbreiten der Blätter bei den Sinnpflanzen, das Aufspringen der Früchte zu Stande. Die reizbaren Staubbeutel von *Apocynum androsaemifolium* halten unzählige Fliegen an den Beinen so lange fest, bis sie sterben und sich daher nicht mehr regen. Bei den Sonnenthaarten krümmt sich das Blatt über die an den Drüsenhaaren lebenden Insecten und erdrückt sie; die virginische Fliegenfalle hält Alles fest, was zwischen ihre Blattlappen gelangt, Grasspalme wie Insecten; es ist bei den Pflanzen nur bewußtlose Reizbarkeit da. Bei manchen Orchideen bewegt sich im Befruchtungsact die Lippe der Blüthe zitternd. Daß manche Wurzeln in einer kleinen Distanz Erde oder Körper, an welche sie sich befestigen können, gleichsam fühlen und nach dieser Richtung wachsen, beweist, daß auch Feuchtigkeit oder feste Körper auf die Gewebespannung wirken.

1276. Die Gewebespannung ändert sich nach den äußeren Umständen, namentlich nach der Intensität des Lichtes, der Wärme,

dem Wassergehalt zc. Die sogen. Schlafzustände der Blätter und Blüthen, wobei sich diese zusammenfalten, die Lichtkrümmungen, der sogen. Heliotropismus und Geotropismus, die periodischen Bewegungen des *Hedysarum gyrans* und *Megaclinium falcatum* zc. beruhen auf wechselnder Gewebespannung, wobei bald die eine, bald die andere Seite der Theile kürzer oder länger, enger oder weiter wird, die Zellschichten durch Aufnahme von Flüssigkeiten schwellen oder sich theilweise entleeren. Die Blätter von *Hedysarum* und *Megaclinium* setzen ihre Bewegung im Lichte und im Finstern fort.

1277. Die Bewegungen der Oscillatorien, wo jeder Faden gekrümmt, an der Spitze etwas dünner, abgerundet, oft wasserhell ist, erfolgen, wie bei den meisten Infusorien, in einer oft mit Fortrücken verbundenen Drehung um die Längsaxe der Fäden, wodurch unter dem Mikroskop der Anschein eines pendelartigen Hin- und Herschwankens entsteht. Man hat sie dadurch erklären wollen, daß in regelmäßigem Wechsel bald die eine, bald die andere Seitenfläche sämmtlicher Zellen des Fadens ausgebeht und wieder zusammengezogen wird. Das Hin- und Herrücken der Diatomaceen ist entschieden automatisch; die Bewegungen der Spermatozoiden, der Vibrioniden, der Myxomyceten und noch mehr der Schwärmsporen tragen mehr oder minder den Charakter der Willkür. Eine unendlich zarte Reizbarkeit reagirt hier auf die leisesten äußeren Anregungen, welche doch stark genug sind, steten Wechsel innerer Zustände herbeizuführen.

Wachsthum, Metamorphose.

1278. Der Bauplan der Pflanze entfaltet sich mit dem Wachsthum. Eine große Rolle spielt hiebei die Scheitelzelle oder eine Gruppe von Scheitelzellen, in welchen Wurzel, Stengel, Blätter bloß angelegt und erst durch das Wachsthum ausgebaut werden. Besonders Nägeli hat erkannt, daß bei der Entstehung der Zellen- und Gewebsformen aus ihren Urzellen feste architektonische Gesetze walten, die Zellen in bestimmter Folge entstehen, in bestimmter Ordnung sich aneinander reihen. Fortwährend zerlegen sich in einiger Entfernung von der Scheitelzelle des

Stammes, der neu angelegten Blätter und Wurzeln die Mutterzellen durch Theilung in neue Generationen, und durch Differenzirung des jungen Theilungsgewebes entsteht das Grundgewebe, die Fibrovasalstränge und die Oberhaut. Die Fibrovasalstränge setzen sich von den Austrittsstellen der Blätter abwärts in den Stamm und aufwärts in die Blätter fort, im Stamme verbinden sie sich häufig untereinander und bilden ein zusammenhängendes System.

1279. Jedes Glied einer Pflanze wächst von seiner Basis aus nur nach einer Richtung hin, nicht auch nach der entgegengesetzten, also nur an seinem Ende. Das gleiche Gesetz gilt auch für das Caulom und Thallom. (Findet bei manchem Thallom ein Wachsthum auch am Grunde statt, so besteht dieses nur in der Bildung von Haftorganen.) Vielleicht ist auch die Wurzel der Phanerogamen nicht als Verlängerung des Stammes in entgegengesetzter Richtung, sondern als seitliches Gebilde zu deuten.

1280. Indem die äußeren und inneren Schichten eines Pflanzentheiles mit verschiedener Geschwindigkeit wachsen, gerathen sie nothwendig in Spannung gegeneinander, die rascher wachsenden werden nach gewissen Richtungen hin zusammengebrückt und verursachen eine Dehnung der langsamer wachsenden, die ihrerseits dieselbe durch Elasticität auszugleichen suchen. Trennt man solche Schichten voneinander, so dehnen sich die zusammengebrückten aus, die langsamer gewachsenen ziehen sich zusammen. Daß bei einem schnell wachsenden Stengel, den man aufschlitt, die Streifen sich nach außen krümmen, beruht auf der Gewebespannung seiner Schichten: die inneren dehnen sich und werden convex. Durch Zusammenwirken des verschiedenen Wachsthums der Zellen und Gewebe, ihrer Elasticität und Dehnbarkeit ist ein bestimmter Grad von Steifheit oder Schlaffheit eines Pflanzentheils gegeben.

1281. Die fortschreitende Theilung der physiologischen Leistungen, verbunden mit der Anpassung an die so verschiedenen Lebensbedingungen, erzeugt bei den Phanerogamen eine viel weiter gehende Metamorphose ihrer Glieder, hauptsächlich der Blätter und Stammtheile, als bei den Kryptogamen; daher rührt die

Darstellung von Niederblättern, Laubblättern, Hochblättern, Knospen, Ausläufern, Zwiebeln, Knollen 2c.

1282. Der Blütenbildung gehen Hochblätter voraus, die Blüthe selbst ist als Sproßende zu betrachten, dessen Blätter sich in Geschlechtsorgane: Staub- und Fruchtblätter (Carpellen) umwandeln und oft von Hüllen: Kelch und Krone, umschlossen werden. In der Regel erzeugen die Fruchtblätter aus sich die Eichen (Samenknospen) und sind dann wirkliche Geschlechtsblätter; bei den Primulaceen und Synanthhereen hingegen sprossen die Samenknospen unmittelbar aus der Blütenaxe hervor, und die Carpellen stellen bloß das Gehäuse um jene, den Fruchtknoten dar, in welchen Fällen Cramer die Samenknospen ebenfalls als Blätter ansieht und solchen Blüthen fünf Blattkreise zuschreibt: Kelch, Krone, Staubblatt, Fruchtblatt, Samenblatt.

1283. Die beiden Grundformen der Verzweigung, sowohl beim Thallom als beim Blatt, Stamm, der Wurzel, sind Dichotomie und Monopobie. Eine Wurzel oder ein Blatt- oder Stammtheil verzweigen sich dichotomisch, wenn am Ende einer Axe sich zwei neue gleichwerthige Axen bilden, die nicht als ihre Fortsetzung anzusehen sind. Monopobial ist ein System verzweigt, wenn die Axe an ihrem Scheitel fortwächst, während unter diesem seitliche gleichnamige Gebilde, Zweige, entstehen, für welche die ursprüngliche Axe das gemeinsame Fußstück, Monopodium, ist. In der ersten Anlage ist die Verzweigung der Phanerogamen monopobial und kann so bleiben, oder die Axensysteme können sich sympobial entwickeln, in welcher letzterem Falle der Achselsproß rascher wächst als der Muttersproß. Die ungemaine Verschiedenheit der phanerogamischen Blütenstände ist Folge der späteren Ausbildung, nicht der ersten Anlage.

1284. Die Verzweigung der Phanerogamenwurzel ist sowohl der Anlage als der Entwicklung nach immer monopobial. Bei den Kryptogamen kann man die Vorgänge des Wachstums in Wurzelspitze und Knospe rückwärts bis zu den einzelnen Zellen erkennen, während man bei den Phanerogamen statt einer einzelnen Scheitelzelle an Stamm, Wurzel und Blatt meist ein Urgewebe kleiner Zellen findet.

1285. Die Theile der Frucht sind schon vor der Befruchtung angelegt und werden später in Folge von ihr oder auch, wenn sie nicht eintritt, nur weiter verändert. Morphologisch ganz neue Bildungen sind hingegen das in den Eichen erzeugte Endosperm und der Embryo.

1286. Die in jeder Pflanze specifisch bestimmten Wachsthumsvorgänge wiederholen sich eine Zeitlang in derselben Ordnung; mögen auch Hunderte von Internodien, Blättern, Wurzeln, gebildet werden, so geschieht dieses nach demselben Wachsthumsgesetz, nur mit kleinen Modificationen, namentlich wenn die später entstandenen Theile eine andere physiologische Function übernehmen. — Nach einiger Zeit aber tritt ein anderes Wachsthumsgesetz ein, und nachdem dieses seine Wirksamkeit geäußert hat, kommt wieder das erste in Kraft. Darauf beruht der sogen. Generationswechsel im engeren Sinn, der bei jeder Pflanze wenigstens einmal, meist aber öfter stattfindet und in einer bestimmten Zelle eintritt. So entsteht z. B. bei den Laubmoosen der Blätter, Antheridien und Archegonien entwickelnde Stamm aus einer Zelle des conferven- oder thallusartigen Protonema nach einem ganz andern Wachsthumsgesetz, und wieder nach einem andern aus der befruchteten Zelle die sporentragende sogen. Frucht mit der sie tragenden Axe. Bei den höheren Kryptogamen kommen zwei unter sich sehr verschiedene Wechsel-Generationen vor: das kleine aus der ungeschlechtlich erzeugten Spore entstandene Thallom, Prothallium, entwickelt aus sich Geschlechtsorgane; aus einer befruchteten Eizelle dieser geht der ungeschlechtliche Farnstamm mit Blättern und Wurzeln hervor, welcher Sporen erzeugt. Diesem Prothallium entspricht bei den Phanerogamen das Endosperm, eine Art Thallus; die aus Stamm, Blättern und Wurzeln bestehende Pflanze ist die eine Generation, das in ihr eingeschlossen bleibende Endosperm die zweite. (Weniger richtig ist das Verhältniß von Laub- und Blüthensprossen als Generationswechsel zu bezeichnen, da Laub- und Blüthensproß nach demselben Wachsthumsgesetz gebildet, nur physiologisch, nicht morphologisch verschieden sind und daher, wie Sachs mit Recht bemerkt, dieses Verhältniß richtiger als Metamorphose bezeichnet wird, während Generationswechsel die morpholo-

gische Verschiedenheit der stets aus einzelnen Zellen hervorgehenden Generationen in einem Entwicklungskreise bezeichnet.)

1287. Von Verzweigung spricht man, wenn ein neu entstandenes Glied dem erzeugenden gleich ist, von Neubildung im Gegenfall. Da jedoch selbst Wurzel, Stamm, Blatt nur gradweise, nicht absolut verschieden sind, sondern sich auseinander entwickeln, sich ineinander umbilden können, so ist auch der Unterschied von Verzweigung und Neubildung kein absoluter.

1288. Im Fortgang der Entwicklung macht sich nicht nur Differenzirung, Aufschließen zur Verschiedenheit, sondern auch Zusammenfassung des anfänglich Getrennten zur Einheit geltend, nicht nur in der Verbindung der Functionen zur Darstellung complicirter Producte, sondern auch mechanisch durch Verwachsung getrennt angelegter Theile, z. B. der ursprünglich gesonderten Elemente von Kelch und Krone, oder Verwachsung ganzer Blüthenchalen miteinander, Verwachsung der Fruchtblätter, und bei Algen und Pilzen Copulation, um Fortpflanzungszellen zu bilden, die einen neuen vegetativen Cyklus anzuheben vermögen.

1289. Der Begriff der Metamorphose besteht wesentlich darin, daß die appendiculären oder peripherischen Organe der Aze, die Blätter, zu einer höheren Bedeutung erhoben und dadurch zur geschlechtlichen Fortpflanzung befähigt werden, was in der Blüthe geschieht, während sie am Stamme nach A. Braun's Bezeichnung als Niederblätter (Schuppen, Knospenscheiden, Zwiebeln, Ausläufer, knollenartige Rhizome), Laubblätter, Hochblätter (Blüthenhüllen, Bracteen, Spelzen, Spreublätter) erscheinen. Diese Steigerung tritt nicht etwa durch eine allmälige Veränderung der peripherischen Organe ein, denn die Hochblätter ähneln den Niederblättern, sondern sprungweise ändert sich die ganze Beschaffenheit und Function, sprungweise werden mehrere scharf abgesetzte Formentreise erreicht, die man als Blüthe zusammenfaßt. Sie gliedert sich in die Blüthendecke, welche einfach (perianthium) oder mehrfach sein kann, entweder bestehend aus Kelch und Krone, oder Außentelch, eigentlichem Kelch, Krone, Nebenkronen; dann die Stauborgane, bisweilen mit Nebent Staubfäden, endlich die Fruchtblätter, Carpellcn, eigentliche Axenorgane mit dem Mutterkuchen und den Eichen. Es fehlt

jedoch nicht an Mittelformen zwischen diesen Kreisen, z. B. zwischen Kelch und Krone bei den Ranunculaceen, oder zwischen Krone und Staubblättern bei den Seerosen. In jener krankhaften Bildung, welche man Antholyse genannt hat, werden die normalen Bestimmungen noch mehr verletzt.

1290. Die Elemente der Blüthenachsen haben das Eigene, daß sie sogleich sich in Wirtel stellen, mögen auch die Laubblätter zerstreut stehen. Zugleich behaupten sie unter sich immer die angegebene Reihenfolge von unten nach oben: Kelch, Krone, Staubblätter, Fruchtblätter, von der selbst die monströsen Blüthen nicht abweichen.

1291. Beim Herabsinken einzelner Cyclen auf tiefere Stufen wird leicht die nächst untere Stufe übersprungen, wenn zwischen entfernteren Stufen eine innigere Beziehung besteht als zwischen unmittelbar übereinander stehenden, wie z. B. die Pistille die Form der Kelchblätter annehmen, weil zwischen beiden eine nähere Verwandtschaft besteht als zwischen Pistill und Staubgefäß, welche Gegensatzbildungen sind. Bei gewissen unmittelbar übereinander stehenden Cyclen tritt leichter rückschreitende Metamorphose ein als bei anderen, wie denn Staubblätter leichter zu Kronenblättern werden als diese zu Kelchblättern oder Fruchtblätter zu Staubblättern. Die verschiedenen Metamorphosenstufen sind eben nicht einfach gleichwerthige, sondern innerlich verschiedene, und ihre Verwandtschaftsverhältnisse sind nicht immer mit der nächsten Nachbarschaft verbunden.

1292. Das Ueberschlagen eines Geschlechtes in das andere erfolgt durch äußere und innere Vorgänge bei den Pflanzen nicht sehr selten. Beim Hanf bedarf es nur einer Verstümmelung der männlichen Pflanze, um in den Nachtrieben anfangs Zwitterblüthen, später bloß weibliche entstehen zu lassen. (Autenrieth.) Männliche Wachholberstauden wurden nach einigen Jahren weiblich. Man findet deren, welche zugleich männliche und weibliche Blüthen haben. (Jung.) Bei Mannheim wurde die Trauerweide monöcisch beobachtet. (Döll.) In der Rheinpfalz fand man 1853—54 viele männliche Maisähren, an denen ein Theil der Blüthen in weibliche umgewandelt war.

1293. Der Sproß, welcher noch am ehesten dem thierischen

Individuum entspricht, ist ein aus einem Vegetationscentrum hervorgehender, eine eigene Entwicklungslinie darstellender Arentheil. Dieses Centrum ist Wolff's punctum vegetationis, das sogen. Herz oder beim Seitensproß Auge, in dem die ganze Zukunft der Pflanze schlummert, aus dem Blatt für Blatt, Stufe für Stufe gesetzmäßig hervortreten, bis das Ganze mit den Fruchtblättern schließt, wobei jenes Centrum von seinem Ursprunge aus bis zu diesen fortgerückt ist und eine mit den hervorgebildeten Organen besetzte Aze hinter sich läßt. Das untere Ende des Sprosses im weitesten Sinn, wozu auch der Stamm gehört, erlischt ohne bestimmten Abschluß in der Wurzel, das obere schließt mit Blüthe und Frucht ab. Es gibt Sprosse, die nur niedere Stufen, z. B. nur Blätter darstellen, andere, die (oft die Blätter überspringend) Blüthen entwickeln. So gut es Pflanzen ohne Blüthe und ohne eigentliche Frucht gibt, wie die Kryptogamen, so gibt es auch phanerogamische Schmarotzergewächse, die ohne Blätter gleich der Darstellung von Blüthe und Frucht zweilen, wie z. B. *Hydnora*.

1294. Die Knospe ist ein unentwickelter Sproß. Der aus der Keimzelle hervorgegangene Embryo ist der Sproß im eminenten Sinn; die anderen Sprosse vermitteln die Fortpflanzung in einfacherer Form, mit weniger Entwicklungsstufen als der Hauptsproß, verfolgen einseitige, daher sich ergänzende Richtungen und bilden alle zusammen einen Verein verschieden beschaffener pflanzlicher Individuen auf demselben Pflanzenstocke. Wie an diesem die einzelnen Sproßgenerationen, so sind wieder an jedem Sproß die einzelnen Blätter Verjüngungsmomente der in Oscillationen fortschreitenden Lebensbewegung. Obchon der Pflanzenstoc — ein lebender Stammbaum — als Ganzes dem höchsten Ziele zuschreitet (die sogen. Metamorphose), so sinken doch einzelne Sprosse manthmal auf tiefere Stufen herab, als ihre Vorgänger bereits erreicht hatten.

1295. Der Generationswechsel ist bei den Pflanzen eine sehr allgemeine Erscheinung; auf Sproßgenerationen, die nur die Vermehrung vermitteln, folgen solche, welche den abgerissenen Faden wieder aufnehmen und zur Darstellung von Blüthe und Frucht kommen. Man findet Pflanzen mit 2—5 gliederigem Generationswechsel, so daß zwischen die Generationen, welche

Blüthen und Früchte bringen, 2—5 (und bei vielen Bäumen auch noch mehr) Sproßgenerationen eingeschoben sind, die bloß Blätter tragen. Was frühere Generationen nicht vollbringen können, führen spätere aus. Eine Tulpenzwiebel z. B. ist ein Gebilde, welches in seinen Schuppenblättern Nahrungsstoff für den im Innern verborgenen Sproß aufspeichert. Dieser streckt sich, durch sie hiezu befähigt, zum Stengel mit einigen Laubblättern aus, producirt in einer dritten Wachstumsperiode endlich die Blüthe und schließt mit der Erzeugung der Keime. Die Laubblätter aber bereiten noch Nahrungsstoffe für das folgende Jahr vor, die in den Zwiebelschalen abgelagert werden, um nach einer Ruheperiode im nächsten Frühjahr wieder das Wachsthum eines Sprosses möglich zu machen. Bäume produciren oft viele Jahre hindurch nur Holz und Laubblätter, bis sie stark genug sind, Blüthen und Früchte zu erzeugen.

1296. Die Pflanzen sind gerade in ihren höchsten Formen besonders geneigt zur Bildung reich gegliederter Familienstöcke, organisch verbundener und mannigfach geordneter lebender Stammbäume mit zahlreichen Generationen verschieden gearteter Individuen.

1297. Mit dem Generationswechsel ist auch die Erscheinung verschiedenartiger Individuen in derselben Generation verbunden. Es gehört hieher die Monöcie, Diöcie, der Dimorphismus und Polymorphismus der Blüthen. Bei monöcischen Bäumen, z. B. den Kiefern, sind nicht nur männliche und weibliche Blüthen getrennt, sondern diese kommen aus Zweigen sehr verschiedenen Ranges, sehr verschiedener Stellung im Familienstock.

1298. Der Begriff der Individualität ist übrigens im Pflanzenreich wie im niedrigen Thierreich häufig schwankend und vieldeutig. Will man den Sproß als Individuum erklären, so muß dieses auch nicht nur mit den Wurzelzweigen und Adventivwurzeln, sondern mit jedem Blatt, Stachel, Haar geschehen. Alle diese morphologischen Individuen zusammen bilden das physiologische Individuum, in welchem sich alle zur Einheit für die Erreichung des Gesammtzweckes zusammenschließen. (Vergl. S. 984 ff.)

1299. Obschon während der in ihr vorgehenden Proceße sich die Pflanze im Ganzen in ihrer specifischen und individuellen Bestimmtheit erhält, und sehr oft das Ziel ihrer Entwicklung erreicht, ist sie doch mancherlei Störungen unterworfen, theils in Folge einer anomalen Bewegung ihrer eigenen Potenzen, theils in Folge äußerer Einwirkungen. Mehrer betrachtete die Krankheiten der Pflanzen ganz concret, ohne Rücksicht auf die Bildung und Entwicklung, etwa wie in der älteren Pathologie die menschlichen Krankheiten als gegebene empirische Erscheinungen ohne Rücksicht auf die Lebensgesetze ganz äußerlich aufgefaßt wurden. Moquin Tandon behandelte sowohl die Abänderungen als die eigentlichen Mißbildungen der Gewächse in methodischer Ordnung, mit steter Hinweisung auf die Gesetze der normalen Bildung und Entwicklung. Wiganb faßte vorzüglich nur jene Bildungsabweichungen in das Auge, in welchen bestimmte normale Formgesetze, besonders das Verhältniß der Organe zueinander, die Architectonik oder die sogen. Metamorphose der Pflanze, verändert sind. Ihm stehen auch die Mißbildungen innerhalb der allgemeinen Gesetzmäßigkeit der Natur, als nothwendige Folgen zufällig erscheinender, jedoch im ganzen Naturleben begründeter Bedingungen.

1300. Blüthentheile können in Farbe oder Gestalt oder in beiden, Blättern und Stengeltheilen ähnlich werden, oder einzelne Cyklen erlangen eine ihnen fremde — meist durch Hemmung niedrigere — Stufe der Metamorphose, manchmal so, daß die Befruchtungsorgane die Natur der Blumenkrone oder selbst des Kelches annehmen. Selten zeigen niedere Cyklen durch Beschleunigung die Natur höherer, z. B. die Blumenblätter die Natur der Staubgefäße. Blüthenstaub und Placenten können an den verschiedensten Blattstufen erzeugt werden, Eichen sowohl an Haupt- als Nebenaxen. Manchmal erscheinen statt eines, mehrere Cyklen derselben Stufe, mehrere Kreise von Kelch-, Blumen-, Staubblättern. Manchmal sind nur einzelne Stellen eines Organs mißbildet. Bisweilen entwickeln sich in der Blüthe — ihr fremdartig — Interfoliartheile, so daß die einzelnen Cyklen auseinander geschoben sind. (Apostasis, Engelmann.) Hier und da kommt aus der Blüthe noch ein Sproß, während doch mit ihr alle weitere

Fortentwicklung in Folge der Erschöpfung abgeschlossen sein soll, oder es entwickeln sich aus den Elementen der Blüthe Axillarknospen und Zweige, wie in der Regel nur aus dem Stengel. (Ektlastesis.)

1301. Wie durch pathologische Vorgänge regelmäßige Blüten unregelmäßig, so können unregelmäßige regelmäßig werden, welches letztere Verhältniß man Helorienbildung genannt hat, und die vorzüglich bei den Personaten und Labiaten, manchmal auch bei den Orchideen vorkommt. Manchmal bildet sich auch bei den Labiatifloren das fünfte Staubgefäß, welches in der Regel verkümmert ist oder fehlt, vollkommen aus, so daß mit dem fünf-lappigen Blütensaum auch fünf gleich lange Staubgefäße entwickelt sind.

1302. Nicht bloß die äußeren physikalischen Bedingungen, übermäßige Hitze oder Kälte, zu große Trockenheit oder Feuchtigkeit, unregelmäßiger Gang der Witterung, stürmische Bewegungen in der Atmosphäre, gesundheitswidrige Substanzen in Luft, Erde und Wasser, sondern auch parasitische Organismen der Pflanzen und die Eingriffe von Thieren und Menschen führen Mißbildungen und Krankheiten herbei. Die Insecten z. B. veranlassen häufig Verkrüppelungen, Anschwellungen, blasenförmige Aufreibungen, Fleischgewächse, Gallen.

Vermehrung und Fortpflanzung.

1303. Die Vorgänge zur Erhaltung der Art lassen sich in letzter Instanz auf die Zelle zurückführen; nicht nur der Sproß und die geschlechtlich erzeugte Embryonalpflanze beginnen mit einer Zelle, sondern das Pflanzenreich überhaupt muß seinen Ursprung aus einzelligen Urformen genommen haben.

1304. Nichts destoweniger unterscheidet sich die geschlechtliche Fortpflanzung von der vegetativen Vermehrung durch den wesentlichen Umstand, daß bei ersterer eine immer sich steigende qualitative Differenzirung der vegetativen Zellgenerationen eintritt, die endlich in den Ei- und Pollenzellen ihren Gipfelpunct erreicht. In der Ei- und Pollenbildung der Pflanze geschieht eine Verinnerlichung und Zusammenfassung ihres Wesens, eine ideelle

Einbildung in winzigen Theilen, wie bei der Ei- und Samenbildung des Thieres.

1305. Bei Pilzen und Flechten bilden sich die freien Endzellen als Fortpflanzungsorgane aus. Bei Schimmeln und anderen niederen Pilzen bleiben die fadenförmigen Zellen für sich oder bilden sich verfilzend ein Pilzlager (mycelium) oder Flechtenlager (thallus), aus dem bei den höchsten Pilzen eine Kugel-, Hut- oder Becherform hervorgeht, welche die Sporen und sogen. Spermatien entwickelt, welche letztere von Manchen für männliche Organe gehalten werden. Manche Pilze entwickeln 2—3 verschiedene Sporenarten, so *Penicillium*, *Fusisporium*, *Peronospora*, *Trichothecium* etc.

1306. Das Mutterkorn, beim Roggen, Weizen, Gerste, manchen wilden Gräsern vorkommend, für einen eigenen Pilz, *Sclerotium Clavus* gehalten, entsteht aus einer als „Honigthau“ bezeichneten Schleimmasse am Fruchtknoten, die zahllose einzellige Conidien oder Stylosporen enthält, welche durch Abschnürung frei werden und auch als vermeintlich eigener Pilz *Sphaecelia segetum* benannt wurden. Aus ihnen erwächst im angegriffenen Fruchtknoten das *Sclerotium*, auf dessen Scheitel öfters noch *Sphaecelien* sitzen. Fällt nun das *Sclerotium* in feuchte Erde, so entwickelt sich aus ihm ein fleischiger Kernpilz, *Claviceps purpurea*, mit dickem Stiel und kugeligem Köpfchen, in dem die Perithecien eingesenkt sind, welche Hunderttausende sehr kleiner, linienförmiger Sporen enthalten, die wenn sie durch den Wind auf junge Fruchtknoten gelangen, wieder zu Stylosporen und *Sclerotien* sich entwickeln. (Tulasne.)

1307. Nach de Bary kommen bei den Uredineen mehrerlei Früchte vor, viererlei bei mehreren *Puccinia* und *Uromyces*, die man zum Theil mit den alten Genusnamen bezeichnen kann: Teleutosporen (*Uromyces* und *Puccinia*), *Sporidium*, *Aecidium* und *Uredo*. Diese verschiedenen Formen werden durch wechselnde Generationen erzeugt; manche Uredineen bringen sie auf derselben Pflanze hervor. In einer anderen Reihe finden sich die aufeinanderfolgenden Fruchtbildungen auf ganz verschiedenen Pflanzen, so bei *Puccinia graminis*, deren *Aecidium* (Laubrost) unter dem alten Namen *Aecidium Berberidis* bekannt ist; so

findet sich ferner das *Aecidium* von *Puccinia straminis* nur auf Borragineen (*Anchusa*, *Lycopsis*); es ist Persoon's *Aecidium asperifoliorum*. Das gleiche Verhältniß besteht zwischen *Puccinia coronata* und *Aecid. Rhamni*. Nach mehreren verschiednen gearteten Zwischengenerationen erzeugt der Brand der Gras- und Getreidearten zuletzt den Laubrost mehrerer Sträucher, namentlich des Sauerborns, von wo dann die Sporen über die Felder und Wiesen ausgestreut werden, so daß die Verberitze als ein Feind der Landwirtschaft angesehen wird.

1308. Bei den Algen und beblätterten Lebermoosen lösen sich Brutzellen ab, die zu selbständigen Pflanzen erwachsen, dann findet Vermehrung durch sogen. Schwärmsporen statt. Diese entstehen ohne Befruchtung im Innern einer Mutterzelle, schlüpfen aus derselben heraus, schwimmen mittelst Wimpern (bei *Vaucheria* stehen dieselben in großer Zahl am ganzen Körper, bei *Hysginum* [*Protococcus*] *pluviale* und *nivale* Perty, bei *Codium* und *Cutleria* sind nur zwei am Vorderende da, bei *Chaetophora* vier, bei *Oedogonium vesicatum* viele) einige Stunden oder Tage herum, werden dann ruhig, keimen und erwachsen zu einer neuen Pflanze. Erst jetzt entsteht um sie eine Membran, während sie früher nackt sind. Die Schwärmsporen von *Chytridium* und anderen Schmarogeralgen bringen in ihre Träger ein. — Die ruhenden Algensporen sind meist zur Ueberwinterung bestimmt, die schnell keimenden Schwärmsporen zur Fortpflanzung im Frühling und Sommer.

1309. Da die Schwärmsporen eben so gut aus Protoplasma bestehen, wie die Infusorien, und durch äußere Umstände nicht gehindert sind, sich zu bewegen, so wird es vergeblich sein, zwischen ihrer und der Infusorien Bewegung einen principiellen Unterschied machen zu wollen, die Bewegung der Schwärmsporen im Gegensatz der Infusorien eine bloß „scheinbar willkürliche“ zu nennen. So lange sie Schwärmsporen sind, stehen sie in der Kategorie des thierischen Lebens.

1310. Die Armleuchter vermehren sich durch abgelöste Stengelglieder, die Moose durch Brutzellen, manche Farne durch Brutknospen, die Schachtelhalme durch eben solche und Ausläufer. Unter den Knospen der Phanerogamen, den jüngsten Productionen

von Stamm und Wurzel, die hienach Stamm- oder Wurzelknospen und am Stamme wieder Zweig- und Blüthenknospen sind, unterscheidet man solche, welche sich von der Mutterpflanze trennen und für sich zu einer selbständigen Pflanze werden, wie die Brutknospen der Zwiebeln, der *Dentaria bulbifera*, dann solche, welche am Stamme entstehen und mit der Mutterpflanze eine Zeitlang verbunden bleiben und einen neuen Stamm bilden, der später selbständig werden kann, zuletzt solche, die an der Wurzel entstehend einen neuen Stamm bilden, der ebenfalls später selbständig werden kann. (Schacht.) Schleiden, nachdem er bemerkt, daß bei keiner dikotyledonischen Pflanze eine ächte Zwiebel vorkomme, meint doch, bei weiterer Fassung des Begriffs wäre auch der unterirdische Stamm von *Lathraea squamaria* und *Dentaria bulbifera* ein *bulbus squamosus*.

1311. Pflanzen, welche aus Samen erzogen werden, zeigen eine außerordentliche individuelle Verschiedenheit; man kennt ein Beispiel, wo aus 10 Kernen einer einzigen Birne 10 verschiedene Sorten erhalten wurden. Aus Sprossen, Steckreisern erzogene Pflanzen bewahren hingegen auf das treueste die individuelle Beschaffenheit der Mutterpflanze, weil sie aus einem Bestandtheil dieser hervorgehen, dem auch die individuellen Charaktere immanent sind. Zielt man auf Erzeugung neuer Varietäten und Rassen, — welche sich den äußeren Umständen oft besser anpassen können, als die Eltern — so erzieht man Pflanzen aus Samen; will man vorzügliche oder besondere Rassen bleibend haben, so vermehrt man sie durch Sprossen. Doch haben nicht alle Pflanzen die Eigenschaft, durch Samen so abzuarten, z. B. nicht die Getreidearten. Die gefüllten Roßkastanien, welche man seit 1824 hat, sind alle aus einem einzigen Zweig entstanden, der zufällig mit gefüllten Blüthen erschienen war.

1312. Im Pflanzenreiche herrscht, im Gegensatz zum Thierreiche, der Hermaphroditismus vor; bei Trennung der Geschlechter, wie in der Monöcie und Diöcie, wird die Befruchtung durch die Insecten vermittelt, welche wegen des Honigsaftes die Blüthen besuchen, seltener durch den Wind, noch seltener durch Bewegung der männlichen Blüthen zu den weiblichen, wie bei *Vallisneria* und der ostindischen Wasserpflanze *Serpicula verticillata*.

1313. Nur bei Pilzen und Flechten sind Geschlechtsorgane noch nicht sicher ermittelt, von den Algen aufwärts fehlen sie durch das ganze Pflanzenreich nicht mehr. Die männlichen Geschlechtsorgane heißen bald Antheridien, bald Staubfäden, die weiblichen Oogonien, Archegonien, Pistille, Staubwege. In den männlichen Organen ist ein flüssiger Zeugungsstoff, theils mit bestimmt geformten beweglichen Elementen, Spermatozoiden, theils mit unbeweglichen Körnchen vorhanden, in den weiblichen bilden sich Eizellen.

1314. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung vereinigen sich immer zwei Körper (beziehungsweise Zellen) miteinander, deren jeder für sich allein keiner Entwicklung fähig wäre. Nur bei einigen wenigen Algen verschwinden die sinnlich wahrnehmbaren Unterschiede der dynamisch verschiedenen, polarisch entgegengesetzten Zellen so zu sagen vollständig, fast immer haben sie sonst ein eben so verschiedenes Ansehen, wie ihre Functionen unter sich abweichen, — Differenzen, die aber erst nach und nach bei den vollkommeneren Gewächsen sich hervor bilden.

1315. Die weibliche Zelle ist zur Zeit des Geschlechtsactes sehr einfach, nackt, hüllenlos, unbeweglich; die männliche (oder deren Inhalt) vereinigt sich mit ihr und regt, unter Vernichtung ihres selbständigen Daseins, eine Reihe von Entwicklungsvorgängen in ihr auf, deren erster immer die Bildung einer Zellmembran ist. Die männliche Zelle bewegt sich stets zur weiblichen hin, entweder vom Wasser getragen oder als Spermatozoid selbständig schwimmend, oder sie gelangt als Pollenkorn auf das weibliche Organ und wächst durch dasselbe der weiblichen Zelle entgegen, und es scheint in allen Fällen eine anziehende Kraft von letzterer auszugehen. Die in die weibliche Zelle eingebrungenen Spermatozoiden vermischen sich mit deren Inhalt und verschwinden; die Fovilla des Pollenschlauches der Phanerogamen diffundirt in die Eizellen. — Durch die Entstehung eines neuen Products wird der Gegensatz der geschlechtlich differenzirten Substanzen aufgehoben; sie selbst und die Organe, von welchen sie erzeugt wurden, waren das Product immer weiter auseinander gehender Entwicklungsvorgänge, die beim Generationswechsel sogar auf die verschiedenen Generationsfolgen übertragen

werden, so daß z. B. bei Moosen und Farnn die eine Generation die Geschlechtsorgane und Stoffe erzeugt, die andere die ungeschlechtlichen Sporen.

1316. Sind die Geschlechtszellen hinsichtlich ihrer Abstammung zu nahe unter sich verwandt, so bleibt das Resultat des Geschlechtsactes häufig zweifelhaft. Die Beweglichkeit der Spermatozoiden gestattet, daß weit auseinander liegende Geschlechtszellen in Contact gelangen, noch vortheilhafter ist die Monöcie und besonders die Diöcie, welche auch schon bei vielen Algen, Moosen, Gefäßkryptogamen vorkommt. Entwickeln sich die Geschlechtsorgane nahe beisammen, wie bei vielen Kryptogamen und den hermaphroditischen Angiospermen, wo also auch die Geschlechtszellen von naher Abstammung sind, so sind Apparate vorhanden oder Veranstaltungen, die Befruchtung zu hindern. Entweder reifen dann die männlichen und weiblichen Organe zu verschiedener Zeit (Dichogamie der Angiospermen, monoecischen Charen und Farnprothallien) und die Befruchtung kann dann nur durch Communication verschiedener Pflanzenindividuen stattfinden, wobei die Uebertragung durch Spermatozoiden, Wasser, Wind, Insecten stattfindet, oder wenn die Reise gleichzeitig eintritt, so kann der Pollen in Folge mechanischer Einrichtungen nicht auf die Narben der gleichen Pflanze gelangen, sondern muß durch Insecten auf Narben anderer Individuen gebracht werden, und wenn er ja auf die Narben des gleichen gelangt, bleibt er wirkungslos. Die sogen. Heterostylie, wo Exemplare der gleichen Art bloß Blüthen mit langem Griffel und kurzen Staubfäden, andere nur solche mit kurzem Griffel und langen Antheren bilden, bezweckt ebenfalls geschlechtliches Zusammenwirken verschiedener Exemplare.

1317. Manche Angiospermen entwickeln zweierlei hermaphroditische Blüthen: große, für den Pollen anderer Blüthen befruchtungsfähige, und kleine, verkümmerte, manchmal unterirdische, sich nie öffnende, in welchen Selbstbestäubung stattfindet. So viele Beilchenarten, das Springkraut, der gemeine Sauerklee. In manchen Fällen verrathen die großen Blüthen Neigung zur Unfruchtbarkeit und dann begreift man allerdings den Zweck jener kleinen. Im Allgemeinen wird aber in der Pflanzenwelt Selbst-

befruchtung möglichst vermieden und wenn sie doch noch eintritt, wie bei manchen Orchideen, wo ganz außerordentliche Vorrichtungen zu ihrer Verhinderung vorkommen, werden keine oder nur wenig fruchtbare Samen erzeugt.

1318. Die Befruchtung erfolgt nach einem Naturgesetz, welches für die meisten Pflanzen Kreuzung vorschreibt, viel leichter mit dem Pollen einer anderen Pflanze oder wenigstens einer anderen Blüthe, und Kreuzung ist, wenn auch nicht immer nothwendig, doch vorthellhaft. In gewissen Blüthen einiger Pflanzen mit Dimorphie und Trimorphie, nämlich denen, die immer geschlossen bleiben (wie z. B. solche bei *Oxalis acetosella* vorkommen), ist hingegen nur Selbstbefruchtung möglich, — aber diese Pflanzen haben dann immer noch andere Blüthen für Fremdbestäubung. Fremde Befruchtung ist auch für viele Kryptogamen nothwendig, Selbstbefruchtung für die Marfällaceen, Eycopodiaceen, Farnn sogar unmöglich. — Insecten und Wind hauptsächlich vermitteln die Befruchtung bei Dichogamie und getrennten Geschlechtern.

1319. Bastarderzeugung wurde auch bei Kryptogamen, viel häufiger jedoch der Natur der Sache nach bei Phanerogamen beobachtet. Am leichtesten erfolgt sie zwischen Varietäten, schwerer zwischen verschiedenen Arten, am schwersten zwischen Arten verschiedener Sippen, — leichter in diesen, schwieriger in anderen Familien. Manchmal sind nah verwandte Species (z. B. Apfel- und Birnbaum) nicht zur Bastarderzeugung zu bringen, andermal erzeugen Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus und entfernter systematischer Verwandtschaft leicht Bastarde. Bisweilen erzeugt der Pollen zweier verschiedener Pflanzen Bastarde, oft nur der Pollen der einen, so daß die eine Art sich immer als Mutter verhält. Die Bastarderzeugung erfolgt in verschiedenen Graden der Vollkommenheit, von fast ganzlichem Fehlschlagen bis zur Erzeugung zahlreicher, kräftiger, sich fortpflanzender Bastarde. Meist steht der Bastard ziemlich in der Mitte beider Eltern, in manchen Fällen nähert er sich mehr dem Vater oder der Mutter, — aber in jedem Merkmal ist der Einfluß beider Eltern wahrnehmbar, es findet gegenseitige Durchbringung statt. Daneben entwickeln die Bastarde noch eigenthümliche Charaktere, sind zum

Variiren noch mehr geneigt als die Eltern, zeichnen sich bei geschwächter Sexualität durch überwiegendes plastisches Vermögen, stärkeres Wachsthum, oft auch längere Lebensdauer aus. Das Variiren ist um so stärker, je näher sich die Eltern standen, bei Bastarden von Varietäten also stärker als bei solchen von Arten. Bei Varietäten-Bastarden ist auch das Zurückschlagen in die Stammart leichter. Vereinigt sich ein Bastard geschlechtlich mit einer seiner Stammformen oder mit einer anderen Stammform oder auch mit einem Bastard von anderer Abstammung, so wird ein abgeleiteter Bastard erzeugt, der wieder verschiedene Vereinigungen eingehen kann, so daß endlich Bastarde entstehen, in denen sich die Charaktere von 3, 4, 6 Varietäten oder Arten combiniren. *)

*) Nägeli, Sitzungsberichte der Königl. bayer. Akad. 1865—1866.

1320. Bei einfacheren Algen, in den Familien der Diatomaceen, Palmellaceen, Desmidiaceen, Zygnemaceen kommt als einfachste Form geschlechtlicher Fortpflanzung sogen. *Copulation* vor, indem der polarisch differente Inhalt zweier Zellen verschiedener Individuen oder desselben Individuums, ja getrennte Theile des Inhalts derselben Zelle sich vereinigen und so eine zur Fortpflanzung geeignete Zelle erzeugen, welche zu einer Winterspore wird.

1321. In den Zellen der Anthribiden der Kryptogamen bilden sich zahlreiche spiralgewundene Spermatozoiden mit zwei (bei Algen und Characeen) oder mehreren Bewegungsfäden (bei den höheren Kryptogamen) am Vorderende, welche aus den Zellen frei werden, scheinbar willkürlich herumschwimmen und wenn sie auf weibliche Organe treffen, in dieselben eindringen und so die Befruchtung vermitteln.

1322. Im Innern der Pilze findet für die Fortpflanzung eine Differenzirung in verschiedene Gewebecomplexe statt. Aus der Spore erzeugt sich ein sogen. *Mycelium*, ein aus Hyphen, Zellfäden gebildeter Körper, und aus diesem entstehen die Fruchträger. Diese können bloß aufgetriebene Hyphenzweige sein, oder knäuelartige Anhäufungen solcher, die oft über die den Pilz nährenden Grundlage empor wachsen. Die sogen. *Sclerotien*, früher für selbständige Pilze gehalten, sind knollenförmige Mycelienformen; flächenförmige Ausbreitungen sporenbildender Hyphenzweige heißen

Hymenien; sie gehen manchmal aus einem geschlechtlichen Proceß hervor, bilden aber selbst immer nur ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen, die Sporen. Spermarien sind kleine sporenähnliche Körnchen der Uredineen und Ascomyceten von noch unbekannter Function. Bei den Pilzen kommt geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung vor, manchmal statt letzterer Conjugation. Generationswechsel und Polymorphismus sind wohl Veranlassung, daß viele Formen für selbständige Arten gehalten wurden. In einigen Fällen ist beobachtet, daß die großen Fruchtkörper aus einer geschlechtlichen Function am Mycelium hervorgehen, also die zweite ungeschlechtliche Generation darstellen. Bei anderen entsteht aus der geschlechtlichen Function oder der Copulation eine Dospore. Manche Pilze erzeugen bis vier verschiedene Sporenformen innerhalb eines Entwicklungskreises; einige Phycomyceten erzeugen Schwärmsporen; bei manchen Pilzen zerfallen einzelne Hyphen in keimfähige Zellen.

1323. Die Myxomyceten ähneln nach de Bary durch ihre Sporenbildung den Pilzen, bieten aber sonst ganz einzige Erscheinungen dar. Sie sind zu einer gewissen Zeit frei bewegliche Protoplasamassen ohne Zellbildung; erst beim Ruhe- und Fruchtbildungsstadium, wo ebenfalls die Bewegung aufhört, theilen sich diese in kleine Einzelstücke, die sich mit Zellhäuten umgeben, ohne jedoch ein Gewebe darzustellen. Sie wachsen auf modernden Stämmen, verwesenden Pflanzenresten, Gerberlohe, auf denen sie hin- und herkriechen, oft aufwärts steigen, und verwandeln sich in Sporangien oder in große Fruchtkörper, deren Wand der Pflanzenzellhaut ähnlich, oft gefärbt ist. Die Sporangien sind von den Sporen allein oder nebst diesen von dem sogen. Capitulum erfüllt, einem Netzwerk aus Röhren oder Fäden, das die Sprengung des Sporangiums und Ausstreuung der Sporen befördert. Die Sporen behalten ihre Keimfähigkeit, auch trocken aufbewahrt, mehrere Jahre lang. Das Protoplasma der keimenden Spore gestaltet sich zu einer mittelst einer Cilie schwimmenden Schwärmspore oder einer kriechenden Amöbe, die zuerst sich theilen, dann zu Plasmodien verschmelzen, die auf den ernährenden Körpern mittelst vorgestreckter Fortsätze herumkriechen; außerdem findet in ihrem Innern Körnchenströmung statt. Bei ungünstigen Um-

ständen encystiren sich die Schwärmer; in Wasser gebracht werden sie wieder beweglich. Die meist farblosen, seltener gelblichen oder röthlichen Plasmobien bilden manchmal handgroße zoll dicke Massen; vertrocknet verlieren sie die Bewegung und zerfallen in rundliche oder sphäroidische Zellen; unter günstigen Umständen bilden sie Ruchen (so Aethalium) oder aufstrebende Massen von der Gestalt ihrer Sporangien, entwickeln außen eine Haut, innen ein Capillitium und Sporen, wozu oft wenige Stunden genügen.

1324. Die Flechten bestehen aus zwei Elementen: den farblosen Hyphen, welche ganz denen der Pilze gleichen, und den chlorophyllhaltigen Gonidien, welche wie Zellen gewisser Algen aussehen. Ein Soredium ist ein Gonidium oder eine Gruppe solcher von Hyphen umspinnen und aus dem Thallus ausgestoßen; aus einem Soredium kann ein neuer Thallus erwachsen. Die Soredien häufen sich als Pulver oder in Form von Polstern und Wülsten auf dem Thallus der Flechten an. Apothecien nennt man die Fruchtkörper der Flechten, in welchen sich die Sporen bilden. Sie werden stets von den Hyphen erzeugt, gleichen den Fruchtkörpern mancher Pilze, bilden sich im Innern des Thallus und treten später über denselben hervor, wo sie sich flach ausbreiten oder die Sporen durch eine Oeffnung entlassen. Der Sporen, die durch freie Zellbildung entstehen, sind meist acht, auch mehr oder weniger; sie gleichen im Allgemeinen denen der Ascomyceten. Beim Keimen treibt jede eine Hyphe aus, die sich verästelt und auf der feuchten Unterlage hinkriecht. Wie die Ascomyceten, so haben auch die Flechten sehr allgemein Spermogonien, in welchen die Spermastien erzeugt und durch eine feine Oeffnung entleert werden. Man kennt deren Bedeutung so wenig wie bei den Pilzen. Die Apothecien entstehen vielleicht durch einen Geschlechtsact.

1325. Bei Vaucheria finden sich auf den verzweigten Fäden Dogonium und Antheridie nebeneinander; aus der geöffneten Spitze der letzteren treten zahlreiche Spermatozoiden hervor, schwimmen herum und bringen durch die Oeffnung des Dogoniums in die Protoplasmatugel desselben, vermischen sich mit dieser, worauf sich um sie eine Cellulosehülle bildet und sie zu einer Spore wird, die überwintert und im nächsten Frühling

keimt. Bei *Oedogonium* setzt sich das hyaline, die Bewegungswimpern tragende Vorderende der Schwärmsporen beim Keimen als Wurzelende fest und theilt sich fingerförmig. Bei einigen *Oedogonien* bildet sich aus einer Schwärmspore eine kleine männliche Pflanze und in dieser ein einziger Befruchtungskörper, der an die Protoplasmafugel der weiblichen Pflanze gelangt und sich mit dieser vermischt, worauf sie ebenfalls zu einer Winterspore wird. Hingegen in den Wintersporen von *Bulbochaete* und *Sphaeroplea* entstehen im Frühling vier Schwärmsporen, welche dann nach dem Schwärmen keimen. Bei allen Algen scheint eine materielle Vermischung der Spermatozoiden mit der weiblichen Befruchtungsfugel stattzufinden, in welcher sie spurlos aufgehen, worauf erst letztere zu ersten Zelle der neuen Pflanze wird. Durch die Befruchtung bildet sich entweder nur eine stets unbewegliche Winterspore (*Vaucheria*, *Oedogonium*, *Pythium* und *Volvox*), oder die weibliche Protoplasmafugel wandelt sich (*Colochaete*) in ein vielzelliges Gewebe um, aus welchem später zahlreiche Schwärmsporen hervorkommen, oder es entstehen (bei *Bulbochaete*, *Sphaeroplea*) in der einfachen Spore erst zur Keimungszeit vier Schwärmsporen. Auch bei den *Fucaceen* erhalten die Eizellen erst nach der Befruchtung eine Cellulosehaut.

1326. Bei *Fucus* sind nach *Thuret* Antheridien-tragende Zellenfäden vorhanden, aus denen Spermatozoiden mit einem vorderen und einem hinteren Faden hervorkommen; aus dem plgenden *Oogonium* treten die Eier hervor, werden von den Samenkörpern umschwärmt (wie ein Säugethiere), die in sie eindringen; die befruchteten Eier theilen sich, strecken sich und erwachsen zu einem jungen *Fucus*.

1327. Die kugligen oder keulensförmigen Antheridien der Laub- und Lebermoose entwickeln zahlreiche spiralgewundene Spermatozoiden mit sehr dünnem Vorderende, an dem zwei Bewegungswimpern sitzen, und dickem Hinterende; in den flaschenförmigen Archegonien entwickelt sich das Eichen. Aus diesem geht nach der Befruchtung eine ungeschlechtliche Organisation hervor: das Sporogonium (wie es *Sachs* nennt), bestehend aus der Sporenkapsel und dem sie tragenden Stiel und umhüllt von dem Archegonium als sogen. Mütze. Das Sporogonium ist eine

Pflanze auf der Pflanze, mit der ersten Generation nicht organisch verbunden, obgleich von ihr ernährt. Bei den meisten Lebermoosen entsteht unmittelbar aus der Spore eine Geschlechtspflanze, bei einigen wenigen und allen Laubmoosen aber ein conferdenähnlicher Thallus, Protonema, und erst aus diesem durch seitliche Sprossung die geschlechtliche Generation, welche Antheridien und Archegonien trägt. Die Lebermoose bleiben oft bei der Form des Thallus stehen, welche den Laubmoosen nur auf ihrer ersten Entwicklungsstufe zukommt.

1328. Die Characeen haben Spermatozoiden von der Form, wie sie den Moosen eigen ist, aber ganz anders gebildete Geschlechtsorgane und weichen auch in Form und Wachsthum völlig ab. Ihre kugelförmigen Antheridien, groß wie Stecknadelköpfe, meist roth von Farbe, enthalten gegliederte Fäden, und in jedem Glied entwickelt sich ein peitschenförmiges Spermatozoid, von welchen ein einziges Antheridium 20—40,000 enthalten kann. Die weiblichen Organe, ganz abweichend von denen der anderen Kryptogamen, deswegen mit einem eigenen Namen, Sporenknospen, belegt, bestehen aus einer Centralzelle, welche befruchtungsfähige Zellen enthält und von fünf Schläuchen spiralg umwickelt wird, und ist einem eigenthümlich entwickelten Zweig vergleichbar. Die Befruchtung ist noch unbekannt. Die Sporenknospe wird zuletzt von einer harten schwarzen Schale umgeben und fällt ab, um nach einiger Zeit zu keimen. Außer der geschlechtlichen Fortpflanzung haben die Characeen noch mehrere Formen der ungeschlechtlichen durch sternförmige Knollen und eigenthümlich gebildete Zweige. Ihr Generationswechsel geht so vor sich, daß aus der Sporenfrucht zuerst ein Vorkeim entsteht, worauf dann aus einer Gliederzelle, die rückwärts von dessen Spitze liegt, die blättertragende Geschlechtspflanze hervorkommt.

1329. Zu den Gefäßkryptogamen gehören die Lycopodiaceen, Rhizocarpeen, Ophioglossen, Equisetaceen und Filicinae oder Farrn. Alle diese Gewächse, deren äußeres Ansehen bei naher Verwandtschaft sehr verschieden ist, haben, wie die Moose, zwei scharf geschiedene Generationen: eine geschlechtliche, aus der Spore hervorgegangene, und eine ungeschlechtliche, Sporen bildende, aus dem befruchteten Archegonium entstandene. Rhizo-

carpeen und Lycopodiaceen erzeugen zweierlei Sporen, große und kleine, die anderen Gefäßkryptogamen nur einerlei. Die erste, dem gewöhnlichen Blick entgehende Generation bleibt immer ein kleiner, zarter, bloß aus Zellen bestehender, bald vergänglicher Thallus, Prothallium genannt. An ihm erzeugen sich bald monöcisch, bald diöcisch die Antheridien und Archegonien. Bei den Rhizocarpeen und Lycopodiaceen entwickeln die Makrosporen ein Prothallium, welches nur weibliche Organe hervorbringt; die Mikrosporen erzeugen kaum Spuren eines Prothalliums, sondern direct Spermatozoiden. Diese bestehen bei den Gefäßkryptogamen überhaupt aus einem spiralgewundenen Körper mit blasigem Anhang und zahlreichen Bewegungswimpern am Vorderende. Die zahlreichen Spermatozoiden bringen in die Eizellen ein und vermischen sich mit deren Inhalt, womit der erste Generationskreis schließt; im zweiten entwickelt sich die Sporangien erzeugende Farrnpflanze.

1330. Am Prothallium der Schafthalme erscheint das männliche Organ früher als das weibliche und selten sind beide auf demselben Prothallium vereinigt. Die Kapsel Früchte stehen hier in einem ährenförmigen Blüthenstand und die Sporen tragen zwei sehr hygroskopische Schleuderbänder. Die Sporenkapseln der meisten Lycopodiaceen sind ebenfalls in eine Aehre geordnet. Bei den Rhizocarpeen erzeugen sich größere weibliche Sporen und Antheridien auf der ausgebildeten Pflanze. Aus ersteren entstehen Keimorgane, in den Zellen der Antheridien spiralförmige Spermatozoiden, welche die frei im Wasser schwimmenden weiblichen Sporen befruchten, aus denen dann die junge Pflanze hervorkommt.

1331. Bei den Moosen ist die Sporenpflanze gleichsam ein Anhängsel der Geschlechtspflanze, scheinbar die Frucht derselben, bei den Gefäßkryptogamen fällt die Sporenpflanze stattdessen ins Auge, erscheint als Schafthalm, als Farrnwebel, Farrnbaum, oft von langer Lebensdauer, mit sehr differenzirten Gewebesystemen, ausgebildeten Fibrovasalsträngen, aus den Blättern die Sporangien erzeugend, die hier nur als Auswüchse einer oft mächtigen Pflanze mit Stamm, reich gegliederten Blättern und Wurzeln erscheinen, während das Sporogonium der Moose die ganze geschlechtslose Generation darstellt, also dem Schafthalm und

Farnn analog ist. Das Prothallium der Filicinen und Equiseten gleicht noch dem Protonema der Moose, während die Rhizocarpeen und Lycopodiaceen sich durch ihre geschlechtliche Fortpflanzung am meisten den Phanerogamen nähern. Ihr Prothallium erscheint zum Theil nur als Anhängsel der Spore. Die Sporangien der Filicinen sind morphologisch Haarbildungen der Blätter, gehen aus Epidermiszellen hervor; eine eigenthümlich ausgebildete Zellenreihe bildet den Ring, der bei der Reife durch Vertrocknung sich zusammenzieht und die Kapsel aufreißt. Bei den Schachtelhalmen sind die Sporangien besonders metamorphosirte quirlförmig gestellte Blätter, bei den Ophioglossen sind sie umgewandelte Blattlappen, bei den Rhizocarpeen Blattzipfel oder Entwicklungen aus dem Blattstiel; auch bei den Lycopodiaceen gehen sie aus den Blättern hervor.

1332. Die Zahl der meist sehr kleinen Sporen ist bei den Kryptogamen sehr groß. Ein Wedel von *Aspidium filix mas* kann bis 12,000 Fruchthäuschen mit einer halben Million Kapseln und 15 Millionen Sporen enthalten. In manchen Pilzen, z. B. einem großen Bovist, sind Billionen Sporen da.

1333. Bei den Blüthenpflanzen bildet sich schon vor der Befruchtung eine Zelle in der Axe der Eiznospe übermäßig aus und wird zum sogen. Embryosack, mit sehr deutlichem Zellkern und reichlichen Proteinstoffen im flüssigen Inhalt. Kurz vor der Befruchtung bilden sich am Mikrophyleende zwei, seltener drei oder mehr (bei *Citrus* bis 100) eigenthümliche Zellen, die Keimbläschen *Amici's*, Keimkörperchen *Schacht's*, welche in einen Fädenapparat endigen und deren jedes im Innern eine (zuerst) membranlose Protoplasmaugel enthält, die ganz jener der Algen analog ist. Am entgegengesetzten oder Chalazaende des Embryosackes entwickelt sich auch eine eigenthümliche Zelle mit großem Kern, die aber nach der Befruchtung allmählig schwindet.

1334. Die Gymnospermeen (*Eucadeen*, *Coniferen*, *Gnetaceen*) bilden die Vermittlung zwischen den Gefäßkryptogamen und den Angiospermeen durch ihre Zellenbildung im reifen Pollenkorn, ihre nackten Samentknospen und dadurch, daß das Endosperm mit den sogen. *corpuseulis* schon vor der Befruchtung ent-

steht. Am nächsten den Farnn stehen die Eycadeen, den Angiospermeen die Gnetaceen. Sachs betrachtet die Zellentheilung im Pollenkorn als rudimentäre männliche Prothalliumbildung und die freie Zellenbildung im Ende des Pollenschlauches der Coniferen als letzten Rest des Versuches, eine Spermatozoid-Mutterzelle darzustellen.

1335. Bei den Nadelhölzern und Eycadeen gelangen die Pollenkörner, weil das Pistill fehlt, direct auf die in keinen Fruchtknoten eingeschlossene, also nackte Samentnosppe; der Pollenschlauch entsteht nicht direct aus der innern Hülle des Pollenkorns, sondern indirect aus einer Tochterzelle desselben, und die Befruchtung erfolgt nicht unmittelbar im Embryosack, sondern im sogen. corpusculum, einer secundären Zelle desselben. Ihre Samen enthalten Eiweiß. Das Gebilde im Endosperm des Samens, welches schon vor der Befruchtung entsteht und die corpuscula erzeugt, welche den Archegonien analog sind, ist dem Prothallium, namentlich der Lycopodiaceen, gleichwerthig. In den corpusculis bildet sich die befruchtungsfähige Eizelle (Keimbläschen).

1336. Bei den mono- und dicotyledonischen Gewächsen ist der Abstand der Endospermibildung von der Prothalliumbildung schon viel größer und sie erfolgt erst nach der Befruchtung, eine Andeutung der corpuscula fehlt, und die Eizelle entsteht durch freie Zellbildung unmittelbar als Tochterzelle des Embryosackes. Der rein morphologische Fortgang in der Entwicklung ist hier gestört, die physiologische Bedeutung der Organe hingegen gleich geblieben, indem auch bei den Mono- und Dicotyledoneen das Endosperm gleich dem Prothallium den Embryo ernährt. Das Endosperm ist also dem Prothallium, der Embryosack der Makrospore äquivalent, und der Kern der Samentnosppe ist ein Analogon des Sporangiums. Ein Generationswechsel kommt demnach auch den Angiospermeen zu. Bei ihrer Endospermibildung wird die Erzeugung von Archegonien oder corpusculis übersprungen, und der Embryosack erzeugt unmittelbar die Eizellen, wie er selbst unmittelbar aus einer Zelle des Knospenkernes hervorgeht, während der Erzeugung der Makrosporen der Gefäßtrichptogamen wiederholte Theilung der Urmutterzelle des Sporangiums vorhergeht. Pollenbildung und Function des Pollens bei den Phanerogamen

gleich sehr der Sporenbildung der Gefäßkryptogamen und Moose, und die Phanerogamen mit ihrem Pollen und ihren Embryosäcken entsprechen der sporenerzeugenden Generation der Gefäßkryptogamen und ihr Endosperm deren Geschlechtsgeneration, dem Prothallium. Bei den Angiospermeen wird vor der Befruchtung kein Endosperm gebildet, sondern vor oder nach der Theilung der Eizelle und deren Umbildung in den Vorkern. Im reifen Pollenkorn findet keine Theilung, keine freie Zellbildung mehr statt.

1337. Bei den Angiospermeen gelangt der Pollen nicht mehr unmittelbar durch die Mitrophle auf die Kernwarze der Samenknope, wie bei den Gymnospermeen, sondern die durch Reimung entwickelten Pollenkörner gelangen zunächst auf den obern Theil der Carpelle, die Narbe. Diese durch Ausdehnung der inneren sehr hygroskopischen Membran der Pollenkörner entstandenen oft sehr langen Schläuche wachsen durch das Narbengewebe und den Griffelcanal abwärts in die Fruchtknotenhöhle zu den Samenknochen und bringen durch die Mitrophle zum Embryosack und den Keimkörperchen oder Keimbläschen und verbinden sich mit deren klebrigem Fadenapparat, wobei die Fovilla zum Inhalt der Keimbläschen transsudirt, welcher sich hierauf, wie bei den Algen, mit einer Cellulosehaut umgibt. Gewöhnlich wird nur ein Keimbläschen befruchtet und wächst zur Keimanlage aus, die anderen schwinden allmählig. Ein Pollenschlauch kann auch mehr als ein Keimbläschen befruchten.

1338. Oft findet die Berührung des Pollenschlauches weit von der befruchtungsfähigen Eizelle statt. Immer wird das untere, dem Mitrophleende des Sackes fernere Keimbläschen befruchtet und erhält eine feste Zellhaut. Daß bei den Phanerogamen die Befruchtung ohne Spermatozoiden durch Diffusion erfolgt, beruht darauf, daß ihre Eizelle im Embryosack und Knospenkern eingeschlossen bleibt. Die Bildung von Spermatozoiden und Archegonien wird übersprungen, und es kommt bei den Angiospermeen gleich zur Bildung befruchtender Substanz im Pollenschlauch und Bildung von Eizellen. Während der Befruchtungsact vereinfacht ist, existiren aber bei ihnen vielfache Vorkehrungen für Uebertragung des Pollens. *)

*) Wie eine falsche Steigerung des Begriffs von der Pflanze zum

Thier irrige Behauptungen veranlassen kann, hat Hegel bewiesen. Nachdem er (Naturphilosophie §. 348) gesagt: „Die Befruchtung der Pflanze besteht allein darin, daß sie ihre Momente in dieser Abstraction (nämlich der Staubgefäße und Pistille) aufstellt, in getrenntem Dasein und sie durch Berührung wieder in Eins setzt“, soll die Befruchtung doch wieder kein Geschlechtsproceß sein, „denn dazu müßte er zu seinen Momenten nicht nur Theile der Pflanze, sondern die ganze Pflanze haben. Die Pflanze ist geschlechtslos, selbst die Discten, weil die Geschlechtstheile außer ihrer Individualität einen abgeschlossenen besonderen Kreis bilden. Befruchtung ist zwar da, aber nur ein Spiel, ein Luxus, nicht nothwendig, da die Pflanze sich sonst vermehren kann.“ Es war also Hegel der Unterschied von Fortpflanzung und Vermehrung unbekannt.

1339. Gewöhnlich sehr bald nach dem Anlangen des Pollenschlauches beginnt die Embryobildung aus der befruchteten Eizelle, bei Holzpflanzen verfließen aber auch Tage und Wochen, bei der Zeitlose der ganze Winter darüber. Sowohl bei den Gymnospermeen als bei den Angiospermeen wird die Eizelle durch Theilung zu einem Gewebekörper, und dieser gestaltet sich zum Embryo, der mehr oder minder deutlich eine Knospe mit Blättern und Wurzeln darstellt und in oder neben dem Endosperm liegt. Wenn die Befruchtung geschehen ist, so verhält sich der Embryo zur Mutterpflanze wie das Pfropfreis zum Wildling, auf den es gepfropft wurde, der es zwar, innig mit ihm verbunden, ernährt, auf seine individuelle Natur aber keinen Einfluß übt.

1340. Schon im Embryo ist der Unterschied der großen Abtheilungen der Blüthenpflanzen ausgesprochen. Von seinen Blättern entwickeln sich das erste (bei den Monocotyledoneen) oder die beiden ersten (bei den Dicotyledoneen) mächtig und erhalten den Namen Samenlappen. Das der Mikrophyle zugewandte untere Ende wird zur Wurzel, das obere zur Stammknospe mit den Blättern.

1341. Der Embryosack hat sich nach der Befruchtung mit dem Sameneiweiß oder Endosperm erfüllt, das bei den Blüthenpflanzen als eigene erste Generation zu betrachten ist, und in welchem sich Stärkmehl, Kleber, Oele zur Ernährung des Embryos entwickeln, welche in den seltenen Fällen, wo das Endosperm fehlt, der sonstige Inhalt des Embryosackes vermittelt. Wenn ganz ausgebildet, liegt der Embryo entweder frei, nur von der Samenschale umhüllt, bei den einweiß-

losen Samen, wie sie den Orchideen, dem Blumenrohr, der Capuzinertresse eigen sind, oder, wenn ein Eiweiß vorhanden ist, in diesem eingeschlossen.

1342. Die befruchtete Eitnospe entwickelt sich zum Samen, in welchem der Embryo verkehrt liegt, das Kopfsende dem Erdmittelpunct, das Wurzelsende der Sonne zugekehrt. Die Samenschale entsteht aus umgewandelten Theilen des Nucleus. Bei allen mit einem Pistill versehenen Blüthenpflanzen geschieht die Entwicklung des Samens im Innern des Fruchtknotens, hingegen bei den Nadelhölzern und Eycabeen theils auf einer offenen Samenschuppe (Abietineen), theils frei in der Achsel eines Blattes (Eupressineen), theils am Ende eines Zweiges (Eibenbaum).

1343. Der Same besteht aus den Hüllen, der Samenschale, welche der Mutterpflanze angehört, dem Endosperm und dem Embryo, der die zweite, Sporen (Embryosäcke, in denen sich die Eizellen bilden) bildende Generation repräsentirt. Während der Same reift, ruht die Fortbildung des Embryo, nach vollendeter Samenruhe wird sie aufs neue aufgenommen und bei den verschiedenen Pflanzen in sehr mannigfacher Weise fortgeführt. Nämlich sehr bald nach der Reife oder nach einem Ruhestadium, in welchem noch eine Nachreife in der Erde stattfindet, keimen die Samen, wozu sie Wärme und Feuchtigkeit bedürfen. Die in den Samen eindringende Feuchtigkeit macht Eiweiß und Embryo schwellen und läßt sie die Samenschale sprengen, wodurch der Embryo frei wird und nun, die Wurzel nach unten, die Stammitnospe nach oben gerichtet, die ersten Blätter entfaltend, zur Pflanze erwächst.

1344. Die durch die Einsaugung bedingte Schwellung der embryonischen Pflanze äußert eine sehr beträchtliche Kraft, so daß keimende Erbsen bei 200 Pfd. emporgehoben, mit denen man sie belastet hatte.

1345. Mit dem Reifen der Samen bildet sich auch die Frucht aus, die, aus dem Fruchtknoten hervorgehend, die Samen enthält. Eine zusammengesetzte Frucht entsteht, wenn eine Blüthe mehrere Fruchtknoten hat. Kapsel Früchte heißen die, welche sich in bestimmter Weise öffnen und ihre Samen austreuen, Spaltfrüchte, welche in Stücke zerfallen, ohne die Samen

auszuschütten; Beeren, Steinbeeren und Schließfrüchte öffnen sich weder, noch zerfallen sie in Theile. Von allen diesen Kategorien der Frucht gibt es zahlreiche Modificationen. Die Blüthentheile sind darauf berechnet, die Bestäubung durch Insecten oder auf mechanische Weise zu ermöglichen; die Beschaffenheit der Früchte bezieht sich auf die Samenausfaat; es kommt darauf an, Thiere anzulocken oder auch abzuhalten, oder den Wind zu fangen &c.

Lebensdauer.

1346. Bäume und Sträucher, die den Cyclus des vegetativen Lebens unbestimmt oft wiederholen, hat Braun anabiotische, Decandolle polykarpische Gewächse genannt, solche Pflanzen, welche mit einmaliger Blüthen- und Fruchtbildung ihr Leben schließen, haplobiotische oder monokarpische. Sie können ein-, zwei- oder vieljährig sein, wie Agave, Corypha, Fourcroya longaeve, welche letztere erst nach 400 jährigem Wachsthum blüht und Frucht bringt, hierauf stirbt. Auch bei diesen Gewächsen müssen die Zweige, welche, wie der Hauptstamm, mit Blüthe und Frucht gekrönt sind, als besondere Individuen betrachtet werden.

1347. Die Blätter bilden sich immer nur an den krautartigen Stamm- oder Astenden, und der verholzte, fast leblose Stamm ist der gemeinschaftliche Boden. Jedes Jahr bildet sich unter der Rinde eine frische Schicht lebenskräftigen Gewebes, sogen. Cambiumschicht, die mit der Verholzung der krautartigen Spitzen zu einem Jahresring wird. So entsteht eine Reihe von Schichten umeinander mit entsprechenden Sproßgenerationen übereinander, ähnlich wie die geognostische Schichtenreihe der Erbrinde mit ihren bestimmten Folgen organischer Wesen.

1348. Jeder Sproß stirbt, sobald er Blüthe und Frucht gebracht hat; besteht eine Pflanze nur aus einem Sproß, wie viele Kräuter und Gräser, so stirbt sie, sobald dieses geschehen ist. Ein Baum lebt eigentlich nur in seinen jüngsten Sprossen und seinem letzten Jahrring, alle früheren sind von der Atmosphäre abgeschlossen und so conservirt, aber alle höheren, treibenden, nach außen projecirenden Kräfte sind in ihnen erloschen; der Baum ist seiner Hauptmasse nach, wie Schulz sagt, nur ein

abgestorbenes Monument, das sich selbst gesetzt hat. Ein Baum würde unbegrenzte Lebensdauer haben, würde nicht zuletzt die Entfernung der jüngsten Sprosse so groß, daß keine Bodenernährung mehr möglich ist, — aber schon viel früher tödten Sturm, Blitz, Frost, Fäulniß den Stamm. Doch leben manche Bäume Jahrtausende: so die Riesen unter den Nadelhölzern, die Wellingtonien und Taxobien, dann der Eiben- und Drachenblutbaum. Bei manchen Gewächsen dauert nur der Wurzelstock längere Zeit und sendet alljährlich Triebe nach oben.

Veränderungen im Leben der Art.

1349. Im Leben der Species können Veränderungen theils durch natürliche Einwirkungen, theils durch die Cultur herbeigeführt werden. Die bedeutendsten Varietäten sind an die Fortpflanzung geknüpft und erwachsen wie zufällig aus den Samen. Veränderungen des Geschlechts können bei manchen diöcischen Pflanzen durch Sprossenvermehrung eintreten, wie z. B. nach England gebrachte Zweige der auf Napoleon's I. Grab in St. Helena gepflanzten weiblichen Trauerweide männliche Blüthen entwickelten. Eine Trauerweide im Schloßgarten zu Schwetzingen, wie alle in Europa von einem weiblichen Urstamm kommend, trug theils rein männliche Rätzchen, theils die verschiedensten Uebergänge von weiblichen zu männlichen Blüthen. Es ist sogar Erzeugung einer Bastardform durch Oculiren von *Cytisus purpureus* auf *C. alpinus* (wohl Lamarck's, welcher *C. Laburnum* Vinné's ist) vorgekommen, welche man *C. Adami* genannt hat (Schnittspahn), wohl durch befruchtende Einwirkung der Zellen des Impfstockes auf die Urzelle einer Adventivknospe. *)

*) Siehe A. Braun, Verjüngung in der Natur, XII ff.

1350. Manche Pflanzen sind zur Varietätenbildung sehr geneigt, wie z. B. die Rosen, Brombeersträucher, Habichtskräuter, der Weizen, andere nicht, wie der Roggen. Manche Varietäten sterben bald wieder aus; andere befestigen sich durch Vererbung, Verstärkung und Vermehrung ihrer besonderen Eigenschaften, wenn zugleich die äußeren Bedingungen günstig sind. Bei Culturpflanzen, welche zum Theil schon seit vorhistorischer Zeit dem

Einfluß des Menschen unterworfen waren und in Folge desselben sowie der geographischen Verbreitung und Klimaänderung oft zahllose Varietäten erzeugt haben,*) kann es vorkommen, daß diese den Stammpflanzen so gar nicht mehr gleichen, daß man letztere vielleicht mit Unrecht für verschwunden hält, wie dieses unter anderen bei den Kürbissen und Melonen, dann bei den Varietäten des Mais der Fall ist. So weit geht die Veränderlichkeit, daß eine chinesische Kürbisvarietät den Fruchtknoten, der bei den Cucurbitaceen und verwandten Familien unterständig ist, oberständig entwickelt.**) Auf den tropischen Südeinseln erzeugen sich nach Forster sehr zahlreiche und sehr differente Pflanzenvarietäten.

*) Bergl. Darwin, das Variiren der Thiere u. Pflanzen, Stuttg. 1868.

**) Naudin, Compt. rend. 1867, vol. 64, p. 929.

1351. Wenn die Cultur neue Formen erzeugt, so muß nothwendig die hiefür nöthige Zeit für verschiedene Pflanzen ungleich groß sein. Nach van Mons und Wilmorin sind drei Generationen hinreichend, um aus der wilden Möhre die genießbare zuckerreiche zu machen, drei Generationen, die 15 Jahre umfassen, sind für das Kern- und Steinobst nöthig, vier Generationen, 20 Jahre umfassend, für den Apfelbaum, fünf mit 40 Jahren für den Birnbaum, um genießbare Früchte hervorzu- bringen. Die edelsten und schwächsten Früchte „stammen von saft- und kraftlosen, herben und derben Vorältern ab“ und wurden erst im Laufe der Generationen genießbar durch reichlichere Nahrung, veränderte Umstände, Auflöserung des Bodens und Bewässerung, Versetzung in andere Klimate, Beschneiden, geschlechtliche Kreuzung mit verwandten Arten. Aus der wilden Rebe, dem wilden Apfel- und Birnbaum, den wilden Rosen, Tulpen zc. sind durch die Cultur zahlreiche Rassen hervorgegangen; die mehr als dreißig Rassen des Kohls stammen sämmtlich von einer wilden Art, die noch jetzt an den Küsten Englands, Frankreichs, der Insel Seeland wächst.

1352. Unger meint, die Cultur im Ganzen wirke nicht Vereblung, welche nur durch höhere Entwicklung in den aufeinander folgenden Erbaltern möglich werde, sondern Verkrüppelung. Aber letztere ist nicht nothwendig und immer mit der Cultur gegeben,

sondern die Cultur ist eine Entwicklung in einseitiger Richtung und nach bestimmten Zielen, ganz wie die Züchtung im Thierreiche. Niemand wird behaupten, daß die edeln Pferde- und Hunderrassen, welche die Cultur erzeugt hat, Verkrüppelungen seien. — Nägeli behauptet, daß eine Culturrasse einer Pflanze, unter die früheren Lebensbedingungen zurückkehrend, nicht in die ursprüngliche wilde Form, sondern in eine neue sich umwandle.

1353. Culturgewächse, die lange Zeit nur durch Knospen, Ableger, Stecklinge, Ausläufer vermehrt wurden, sollen nach Erreichung eines Höhepunktes an Vorzüglichkeit und Lebenskraft abnehmen. Doch nach! hingegen versichert, die Lebensdauer aus Samen erzogener und durch ungeschlechtliche Fortpflanzung vermehrter Gewächse, d. h. des Pflanzenindividuum im weitesten von Gallesio bestimmten Sinne, sei unbegrenzt und nehme nur zufällig oder durch Ungunst äußerer Verhältnisse ein Ende. Er wendet gegen Knight, welcher das abnehmende Gedeihen der Obstsorten und durch die Cultur hervorgebrachten Varietäten behauptet hatte, ein, daß allerdings die Obstsorten Italiens, nach England gebracht, hier abnehmen mußten.

Die Pflanzen in Beziehung zur äußeren Welt.

a. Zeitliche Verhältnisse.

1354. Die Erscheinungen, welche die Pflanzenwelt bei jedem Umlauf der Erde um die Sonne darbietet, müssen sich vorzüglich nach der geographischen Breite verschieden gestalten und bei den Landpflanzen viel bedeutender sein als bei den Meerpflanzen. In der heißen Zone, wo die Sonne zweimal, nämlich um die beiden Tag- und Nachtgleichen, den höchsten Stand erreicht, werden nach dem Breitengrade eine und die andere oder alle Jahreszeiten verdoppelt; von den Wendekreisen an nach Norden und Süden fallen sie zusammen. Zwischen den Tropen hängen die Vegetationserscheinungen nur dann von den Jahreszeiten ab, wenn diese zugleich Regen- oder trockene Zeiten sind; abgesehen davon kommen das ganze Jahr hindurch Blätter, Blüthen und Früchte vor. Von den Wendekreisen nord- und südwärts machen sich die Jahreszeiten mit der wachsenden Annäherung an die Pole immer mehr

geltend. Je näher den Polen, desto später tritt im Allgemeinen die Blüthezeit ein und desto schneller geht sie vorüber. In Neapel belaubt sich z. B. der Hollunder schon im Januar, in Paris im Februar, in England im März. In Neapel fallen die Blätter der Bäume Ende November, in Deutschland Ende October, in Schweden (Upsala) Ende September.

1355. Daß diese Bäume sich im Winter entlauben und andere nicht, ist keineswegs eine „Eigenschaft, bei der Entstehung der Arten durch die Kälte hervorgerufen“ (Rabfch), sondern eine aus ihrer Natur folgende Bestimmung, die auch in südlicheren Gegenden sich geltend macht, und zwar nicht etwa aus bloßer Gewohnheit. — Die Entlaubung macht unsere Laubbölzer fähig, größere Kältegrade zu ertragen.

1356. Die tropischen *Amaranthus* reifen in unseren Gärten keimfähige Samen schon nach wenigen Monaten, können daher unsere Gegenden fortwährend bewohnen; Holzpflanzen können auch in nördlicheren Gegenden aushalten, bringen aber fast nie reife Samen hervor. (Vorbeerkirschbaum, *Calycanthus florida*.) Alpenpflanzen können in nassen und kalten Sommern oft nicht zur Blüthe kommen, müssen daher unter dem Schnee das nächste Jahr erwarten.

1357. Eine bestimmte Folge blühender Pflanzen im Jahreslauf wird nur da stattfinden, wo die Jahreszeiten strenger geschieben sind, wie in den gemäßigten und kalten Zonen; die höchste Entwicklung fällt hier in den Anfang des Sommers und nur wenige Phanerogamen blühen zwischen dem Wintersolstitium und Frühlingsäquinocrium. Es fehlt auch nicht ganz an solchen, welche, wie *Senecio vulgaris*, *Poa annua* u., das ganze Jahr blühend getroffen werden. Bei der Erhebung nach der Höhe findet immer stärkere Abkürzung der günstigen Zeit, immer stärkere Verlängerung der rauhen, deshalb Beschleunigung der Blüthe- und Fruchtbildung statt. Die Kryptogamen hingegen, welche wenig Wärme bedürfen, wie Moose, Flechten, Algen, werden wohl auch in der rauhen Jahreszeit und zum Theil vorzugsweise in dieser blühend und fructificirend gefunden werden. Im Meere schwächen sich die Unterschiede der Jahreszeiten wie der geographischen Breiten ab, weil durch die Meeresströmungen eine viel tiefer greifende

Ausgleichung der Temperaturen gegeben ist als durch die Luftströmungen in der Atmosphäre.

b. Vertikale Verhältnisse.

1358. Von den Felsen der höchsten über die Schneeregion emporragenden Gebirge*) bis zum Strand der Meere, von den unter Eis fast begrabenen Polargegenden bis zur glühenden Tropenzone spannt sich eine nicht einmal durch die Sandwüsten ganz unterbrochene Pflanzenbedeckung über die Erde, und im Meere sind kaum Gegenden ganz von Pflanzen entblößt, wären es auch nur Diatomeen. Es gibt Gewächse an den heißen vulkanischen Gesteinen oder in Thermen, deren Wärme bis auf 80° C. steigt, und andere am Rande der Gletscher oder im Schnee der Gebirge und Polarländer, wo die mittlere Temperatur sich kaum über den Eispunkt erhebt, und während die einen nicht genug Sonnenstrahlen aufnehmen können, ziehen sich andere in den tiefen Grund der Gewässer oder in die Nacht der Höhlen und Bergwerke zurück. In den Kratern der Vulcane Java's findet sich eine nicht unbedeutende Vegetation und manche Baumarten wachsen nicht am Kraterand, sondern erst tiefer unten, wie z. B. die Thibaudien, welche um die qualmennden Schlammmassen einen Gürtel bilden. Manche Kräuter, namentlich Farn, kommen noch vor an Stellen von 50—60" R. Bodenwärme. (Tung-hu-n.) Die einen bedürfen die fetteste Erde, andere, wie die Saftgewächse, können auf dem trockenen Sand und Fels wachsen, weil sie allein aus der Luft leben. Gäbe es nicht Pflanzen, welche diese Fähigkeit haben, wie hätte auf dem ursprünglich kahlen Fels eine vegetabilische Decke entstehen können?

*) *Lecidea geographica* und einige andere Flechten wachsen noch an schneefreien Felswänden bis 12,000 Fuß. *Androsace glacialis*, die höchste schweizerische Blütenpflanze, fand man noch im Gletscher des Eyskammes des Monterosa, 11,352 Fuß hoch.

1359. Man kann nach den Substraten unterscheiden: 1) echte Felsenpflanzen auf Gestein ganz ohne Humus wachsend (fast nur Flechten und vielleicht einige Saftpflanzen); 2) Steinpflanzen, wo die Unterlage eine geringe Menge Humus enthält (mit den Unterarten der Felsen-, Geröll-, Sand- und Mauerpflanzen);

3) Dammerbepflanzen (wozu die Schutt-, Alder-, Wiesen- und Torfpflanzen).

1360. Nach ihrem Verhältniß zur Feuchtigkeit hat man unterschieden eigentliche Wasserpflanzen, Sumpfpflanzen, Quellenpflanzen, Schattenspflanzen, Humuspflanzen, Sandpflanzen, Wüstenpflanzen, welche mit der wenigsten Feuchtigkeit und auf dem unfruchtbarsten Boden noch leben können, auf dem glühenden Sand, wie die Saftgewächse, oder am kahlen Fels, wie die Flechten, mit denen an vielen Punkten die Vegetation beginnt.

1361. Auf Java fiel Zollinger auf, daß so viele Strandpflanzen stumpfe, ausgerandete oder gar eingeschnittene Blätter haben, namentlich Dicotyledoneen und viele Algen. Dieses eigenthümliche Zurückbleiben der Blattspitze und damit eine besondere vegetabilische Physiognomie scheint durch eine eigenthümliche Einwirkung des Meeres, seiner anbringenden Wogen und vielleicht des salzigen durch den Wind fortgetriebenen Schaumes bewirkt zu werden.

1362. Viele Pflanzen bedürfen, um zu gedeihen, der Beschattung in verschiedenem Grade; der Cacaobaum kann nur cultivirt werden, wenn man ihn zwischen zwei andere Bäume pflanzt.

1363. Ein Boden mit üppiger Pflanzendecke strahlt mehr Wärme aus, erkaltet also in der Nacht mehr als ein vegetationsloser Sand- oder Felsboden, der sich den Tag über auch viel stärker erhitzt. Granitsand an den Katarakten des Drinoco hatte eine Wärme von $50,5^{\circ}$ R., in Südafrika erreicht die Bodenwärme $56,4^{\circ}$ R., in Sandwüsten Australiens und Senegambiens wird sie groß genug, um Zunder zu entzünden.

1364. Wie es zahlreiche gegen den Frost unempfindliche Thiere gibt, so auch Pflanzen, die in Eis und Schnee freudig vegetiren, wie Thienemann's „Schneegewebe“, Chionophe micans, nitens und densa, Fries' Wollfädenschimmel, Lanosa nivalis, der nach Polorny im März 1865 im Wiener Stadtpark außerordentlich häufig und verheerend auftrat, indem die von ihm bedeckten Gräser und andere Pflanzen sich zerlegten.

1365. Manche Pflanzen wachsen auf anderen Gewächsen, selbst auf Thieren und dem Menschen, sei es, daß sie auf diesen nur ihre Wohnstätten aufschlagen, wie viele Flechten, Moose,

Orchideen, Boßhosgewächse, oder Stützen an ihnen suchen, wie die Kianen, wobei sie, wie der berühmte Cipo matador Amazo- niens, öfters die Bäume durch Umschlingung und Druck tödten. Die sogen. saprophytischen Pilze entwickeln sich auf zersetzten organischen Substanzen und ziehen aus diesen ihre Nahrung. Parasitische Gewächse im eigentlichen Sinne kann man nur jene nennen, welche von den Säften lebender Pflanzen sich nähren, weil sie nicht selbst Chlorophyll zu bilden vermögen, weshalb ihre Farbe, die Mistel ausgenommen, fast nie grün ist. Parasiten beider Reiche haben etwas Fremdartiges, oft Widerliches, sind in mancher Beziehung verkümmert und unselbständig. Vegetabilische Schmaroger sind außer der Mistel die Drobancheen, die Schuppen- wurz, die Vogelnest-Neottie, die Flachseiden, die Balanophoreen und Eytlineen, zu welchen letzteren jene riesigen Todtenblumen, die Rafflestien gehören.

1366. Die feinen aus den Sporen sich entwickelnden My- celiumfäden der Schmarogerpilze bringen in die Zellen der Phanerogamen ein und tödten deren Protoplasma; vor ihren Spitzen zerfließt gleichsam die Zellwand. Solche Pilze verursachen zum Theil Krankheiten, die zur Calamität für ganze Länder werden, wie die Pilze der Trauben- und Kartoffelkrankheit, *Oidium Tuckeri* und *Peronospora infestans*, und jener der Seidenraupe, *Panhistophyton ovatum*. Die vegetabilischen Parasiten des Menschen gehören nur den Pilzen an, keiner den Algen, es sei denn, daß man die Vibrioniden in die Nähe der Oscillatorien, sohin zu den Algen stellt. Sie kommen zunächst in der freien Natur vor, z. B. *Penicillium glaucum* auf ver- schiedenen Pflanzen, Obst, Holz, Mehlspeisen, Brod, Leber. Bei dieser gemeinsten Schimmelart kann man sieben Entwick- lungsreihen unterscheiden. *Leptothrix*, *Achorion*, *Diphtheritis*, selbst *Oidium albicans* sind keineswegs nothwendig an den thierischen Körper gebunden, sondern gehen aus bekannten Pilzen hervor, und ihnen gleiche Gebilde können selbst auf nicht organisirten Mate- rien entstehen. (Hallier.) Auch in der Blattern- und Kuhpocken- lymph, im syphilitischen Eiter sind Pilze da. Nach Pic entstehen die bekannten Krankheiten der menschlichen Kopfhaut: *Favus* und *Herpes tonsurans*, durch *Penicillium glaucum* und

eine Art von *Aspergillus*, beide sonst in der Natur häufig vorkommende Schimmel.

Physiognomie der Pflanzenwelt.

1367. Jedem größeren Gebiet kommt eine bestimmte Flora zu, welche theils in seiner klimatischen und physikalischen Beschaffenheit, theils in den Schicksalen der Pflanzenwelt begründet ist. Die mittlere Jahrestemperatur ist, was Wärmeverhältnisse betrifft, nicht allein entscheidend, sondern in hohem Grade auch die Vertheilung der Wärme auf die verschiedenen Jahresabschnitte. Man kann in England keinen Wein bauen, weil die Sommerwärme zu gering ist, aber man kann in den Gärten, z. B. im botanischen Garten von Kew, dann an den Südküsten und auf der Insel Wight prachtvolle Gruppen subtropischer Bäume und Blumen ziehen und im Freien überwintern lassen, weil die Winterkälte so mäßig ist.

1368. Jedes Land erhält durch seine Vegetation einen bestimmten physiognomischen Charakter, der mächtig auf das Gemüth der Menschen einwirkt. Vegetation, Relief, Beleuchtungs- und atmosphärische Verhältnisse bestimmen den landschaftlichen Charakter einer Gegend; von der Vegetation hängen Lebensweise und Sitten der Völker in hohem Grade ab. Als physiognomische Hauptgruppen kann man (mit Absch.) unterscheiden: Nadelhölzer, Laubhölzer, Sträucher, Stauden (sind immer nur krautartig, dauern meist nur 1—2 Jahre), Kräuter, Blattpflanzen (Arongewächse, Begonien, Seerosen), Fetztpflanzen, Schlinggewächse, Gräser, Moose, Algen, Flechten. — Die Nadelholzwälder sind starr, todt, einförmig, und die Nadelhölzer dulden sehr wenig andere Holzgewächse zwischen sich, nicht einmal von ihrer eigenen Familie.

1369. Die vegetabilische Physiognomie vieler Länder hat sich im Laufe der Zeit vielfach gewandelt, durch klimatische Verhältnisse, die Wechselbeziehung zwischen Pflanzen und Boden, welcher, an einzelnen Bestandtheilen verarmend, gewisse Pflanzen nicht mehr, dagegen andere mit anderen Bedürfnissen zu ernähren vermochte, endlich durch Einwirkung des Menschen. In Dänemark sind an die Stelle der Eichen Buchen getreten. Die Vogeisen

auf denen man jetzt fast nur Nadelholz findet, waren früher vorzugsweise mit Eichen und Buchen bewaldet. Der Mensch hat künstliche, in der Natur nicht gegebene Pflanzengattungen geschaffen: jene der Getreidefelder und Wiesen, der Oliven-, Reben-, Zucker-, Thee-, Kaffeepflanzungen, Blumengärten.

Die Culturpflanzen.

1370. Jedes Land vermag nach seiner physischen Beschaffenheit bestimmte Culturpflanzen zu ernähren. Die Zahl der wahrhaft wichtigen Culturpflanzen ist nicht groß und wenn die eine oder andere von Krankheiten betroffen wird, fällt der Ersatz schwer. Der Gebrauch vieler fällt in die vorhistorische Zeit, ihre Entdeckung ist mit einem mythischen Nimbus umgeben, sie erscheinen als Gaben der Götter. Es hat Jahrtausende bedurft, um unsere Culturpflanzen so zu veredeln, daß sie, wie jetzt, den menschlichen Bedürfnissen genügen.

1371. Man hat in neuester Zeit mehrere der vorzüglichsten Culturpflanzen wild gefunden: den Weizen, Dinkel, Gerste in Kleinasien und Mesopotamien, letztere auch in Armenien, den Reis in Ostindien, die Kartoffel an der peruanischen Küste. Der Mais hat Amerika zum Vaterlande, der Roggen wahrscheinlich Südosteuropa, die Cocospalme die Landenge von Panama und die Cocosinsel. Asiatische Culturpflanzen sind Weizen, Reis, Gerste, Orange, Rebe, Thee, Delbaum, Zuckerrohr, Banane, Bohne, Gurke, Jams, Hanf, Lein, Baumwolle; europäische Roggen, Hafer, Kohl, Raps, Rübe, Erbse, Wicke; afrikanische Dattelpalme, Kaffeebaum; Amerika gehören an Mais, Cocospalme, Kartoffel, Tabak, Cacao, Topinambur, Vanille, Agave. Südafrika und Neuholland haben keine Culturpflanzen hervorgebracht. — Manche Culturgewächse haben die Fähigkeit verloren, Blüten, Fruchtkapseln, Samen zu erzeugen.

1372. Von 770 Nahrungspflanzen der Erde kommen auf die östliche Halbkugel 565, die westliche 205. (Nicht nur die wichtigsten und zahlreichsten Culturpflanzen, sondern auch fast sämtliche Hausthiere sind asiatisch.) Ohne Culturpflanzen, ja ohne nennenswerthe wildwachsende Nahrungspflanzen waren ursprünglich Neuholland, Neuzeeland, Nordostasien, Nordwest-

amerika. Promatorische Linien sind die, um welche die meisten Nahrungspflanzen sich gruppieren; die der alten Welt läuft von den Molukken über Indien, Persien, Armenien, Griechenland, Mitteleuropa bis Irland, die der westlichen Halbkugel von Brasilien über Guayana, Peru, Ecuador, Centralamerika und Westindien bis Mexico. (Unger.) Afrika hat außer dem Kaffee keine allgemein angenommene Culturpflanze geliefert, Neuholland nicht eine.

1373. Manche Culturpflanzen sind mit Geschichte und Lebensweise der Völker gleichsam verwachsen; für die Europäer sind Roggen und Weizen, Rebe und Olive von höchster Bedeutung, für die Hindu Reis, Zuckerrohr, Baumwolle, für die Chinesen Reis und Thee, die Araber Dattelpalme und Sorghum, die Amerikaner Mais, Kartoffel, Maguey, Quinoa, für die Polynesier Brodfrucht und Cocospalme. Vielerlei andere Pflanzen werden durch Heilkräfte oder technische Verwendung mannigfachster Art nützlich. Wie wir aus den vegetabilischen Resten in ägyptischen und amerikanischen Gräbern, in den Pfahlbauten zc. auf den Culturzustand und den Haushalt vergangener Völker, so werden späte Epigonen aus dem, was sich von Culturpflanzen unserer Zeit erhalten hat, auf unsere Verhältnisse schließen.

Die Entwicklung des Pflanzenreiches.

1374. Die uranfängliche Grundlage des Pflanzenreiches bildeten nach §. 1108 Plasmabläschen von verschiedener Bestimmtheit bei scheinbarer Gleichheit, die daher unter Mitwirkung des potenzirenden Principis (§. 1145) zur Erreichung mehr oder minder hoher Entwicklungsstufen in einer fernern oder nähern Zukunft fähig waren. Während die einen ihr Ziel schon in früheren Erbaltern erreichten und dann ausstarben, haben sich andere durch fortgesetzte Steigerung zu den höchsten Formen der Jetztzeit entwickelt.

1375. Die Vegetation hat mit wenigen und einfachen Gestalten begonnen, in den sich folgenden Erbaltern fortwährende Aenderungen erfahren und erst in der Tertiärzeit ihren gegenwärtigen Charakter angenommen, mit dem Uebergewicht der früher sparsamen höheren Formen. Dieses Fortschreiten war kein stetiges,

sondern durch zeitliche Stillstände und Seitenrichtungen unterbrochen.

1376. Wie bei den Thieren die Entwicklungsstufen des Individuums und des Reiches sich vergleichen lassen, so daß beide aus einzelnen Zellen hervorgehen und die Entwicklungsphasen der höchsten Thiere jenen des ganzen Reiches analog sind, so auch bei den Pflanzen. Der Stufenfolge, welche eine höhere Pflanze von der Eizelle bis zur Ausbildung durchläuft, ist jene des ganzen Pflanzenreiches in den Erbaltern vergleichbar. Niedrigere Abtheilungen der gegenwärtigen Vegetation entsprechen in etwas dem Gesamtcharakter der Vegetation früherer Erbalter.

1377. Eine zu minutöse Vergleichung der Zahlenverhältnisse in den einzelnen Abtheilungen der urweltlichen und der gegenwärtigen Pflanzenwelt ist unstatthaft und gibt wegen der Unvollständigkeit der fossilen Reste nur zweifelhafte Resultate. Im Ganzen steht aber fest, daß gerade die höchste Abtheilung, die Angiospermeen, welche in der gegenwärtigen Periode gegen zwei Dritttheile der gegenwärtigen Pflanzenarten in sich begreifen, in der frühesten Zeit so gut wie gar nicht vertreten waren, und daß die gamo- und polypetalischen Angiospermeen, die höchsten Blütenpflanzen, erst in der mittlern Tertiärzeit das Uebergewicht erlangten. Das Pflanzenreich hat sich von unvollkommeneren zu vollkommeneren Stufen erhoben.

1378. Nicht so jedoch geschah die Entwicklung, daß von den Angiospermeen zuerst nur Monocotyledoneen und etwa aus und nach diesen die Dicotyledoneen entstanden wären, sondern es gab verschiedene Ausgangspuncte, mehrere Entwicklungsreihen, die unabhängig voneinander ihren Fortgang nahmen, wobei manche niedrigere Gruppen in vergangenen Perioden zu einer Fülle gelangten, wie später nie mehr.

1379. Waren aber auch die baumartigen Farn, Eycopodiaceen u. d. d. alten Perioden höher entwickelt als alle Farn der Gegenwart — etwa wie die Saurier der Jurazeit vollkommener waren als die jetzigen — so sind sie doch niedriger als die Angiospermeen, wie die Saurier niedriger sind als die Säugethiere. — Mit jeder Periode traten neue Arten, Sippen, Familien auf und solche früherer Perioden verschwanden oder verminderten sich.

1380. Wegen der höheren Erdwärme in den früheren Perioden haben die Pflanzen derselben einen meist tropischen und subtropischen Charakter, womit eine große Gleichförmigkeit der Vegetation in den verschiedensten Gegenden gegeben ist, obwohl auch Andeutungen von Localflora nicht fehlen. Die verticalen Unterschiede machen sich wenig sichtbar. Die Waldvegetation hatte früher das Uebergewicht.

1381. Zwischen den Erdperioden und den Metamorphosenstufen des Pflanzenreiches ist nicht jeder Parallelismus zu leugnen, obwohl ein consequentes Zusammenfallen beider nicht in dem Grade stattfindet, daß man z. B. mit Unger die Uebergangsperiode bezeichnen könnte als das Reich der Zellkryptogamen, die Steinkohlenperiode als das Reich der Gefäßkryptogamen, Trias der Monocotyledoneen, Jura der Gymnospermen, Kreide der Monoclamydeen oder Apetalen, Molasse der Gamopetalen, die Gegenwart als das Reich der Polypetalen.

1382. Von den etwa 3000 nach Unger im Jahre 1851 bekannten fossilen Pflanzen kommen auf die Zellkryptogamen etwa 260, auf die Gefäßkryptogamen 1070, auf die Monocotyledoneen 200, die Gymnospermen 480, die Apetalen 250, die Gamopetalen 90, die Polypetalen 360 und ungewiß mögen 240 sein. In der Gegenwart dürften wohl 100,000 lebende Pflanzen bekannt sein. Die Procentzahlen der einzelnen Abtheilungen in der Urwelt verglichen mit denen der Gegenwart können nur trügerische Resultate geben, da die mikroskopischen und die zarteren Gewächse sich kaum erhalten konnten; doch scheinen in den älteren Floren die Gefäßkryptogamen und Gymnospermen zu überwiegen, später die Angiospermen und zwar zuerst Monocotyledoneen und apetalische Dicotyledoneen, welche durch die vielen Rätzchenbäume der Kreide- und Tertiärzeit wohl zahlreicher waren, als jetzt, wo die Gam- und Polypetalen vorherrschen.

1383. In der sogen. Uebergangsperiode überwogen sicher die Fucoideen und andere Zellkryptogamen, obschon die Gefäßkryptogamen zahlreicher sind, weil sie sich leichter erhalten konnten. Dieses bleibt sich auch in der Steinkohlen- und Triasperiode ziemlich gleich, bis im Jura die Gymnospermen fast gleich zahlreich werden wie die Gefäßkryptogamen, nach welchem dann beide

schnell abnehmen. In der Kreide halten sich die Zellkryptogamen, die Gymnospermeen und die hier zuerst erscheinenden Monochlamydeen ziemlich das Gleichgewicht, in der Tertiärperiode überwiegen die Polypetalen.

1384. Die ersten Pflanzen mußten Wasserpflanzen sein, Algen einfachster Art, zum Theil einzellig und mikroskopisch, bis allmählig zusammengesetztere entstanden. Die sehr zahlreichen Caulerpen, aus einer einzigen riesigen Zelle bestehend, gehören mit zu den ältesten Pflanzen der Erde. Die ersten Landpflanzen waren wohl Flechten, von denen aber nichts aufgefunden ist, denen sich später Farrn und Moose beigesellten. Diese ersten Landpflanzen erscheinen anfangs ziemlich vereinzelt und gehören bereits Familien und Sippen der Steinkohlenflora an, namentlich den Eycopobiaceen, Farrn, Sagenarien, Calamiten, Asterophylliten, vermischt mit Fucoideen.

1385. Die monocotyledonischen Gewächse bilden auch jetzt eine der minder artenreichen Abtheilungen, aber ihr numerisches Verhältniß stellt sich in den früheren Perioden noch ungünstiger, weil sich die Gräser, die zu ihnen gehören, wegen ihres zarteren Baues nicht erhalten konnten. Ob deshalb, wie Unger glaubt, der sehr am systematischen Fortschritt hält, ihr Maximum in die Triasperiode falle, ist zweifelhaft. Auch die Palmen gehören ja in ihrer großen Mehrzahl der gegenwärtigen Erdperiode an.

1386. Die meisten Blütenpflanzen erscheinen erst in der Tertiärzeit, in welcher aber die Gamopetalen nur etwa 7 Procent ausmachen, während jetzt 30 Procent. Doch ist die erstere Zahl vielleicht zu klein, weil sie wegen großer Ähnlichkeit der Blätter und Früchte schwer zu unterscheiden sind. Spuren von Synanthhereen, die, jetzt so zahlreich, in der Vorzeit zu fehlen schienen, fand man im Deninger Schiefer.

1387. Das Ansehen der Erde wechselte wie ihr Kleid. Zurückblickend in eine ferne Vergangenheit schaut das Auge des Geistes in der langen Silurperiode mit ihren gewaltigen Schichten warmen dichten Dunst über weiten Wasserflächen, in denen nur Algen, namentlich Fucoideen in mächtiger Entwicklung, dann

Florideen, Infusorien, Strahlthiere, Mollusken, niedere Crustaceen lebten. Keine höheren Landpflanzen, nur Gefäßkryptogamen und wenige Cycadeen und Nadelhölzer schmückten die Felsinseln und Klippen, die über das Gewässer in die Nebel emporragten und häufigen Hebungen und Senkungen durch die grollenden Mächte der Tiefe unterworfen waren.

1388. Die zarteren Algen, sicher in unermesslicher Menge vorhanden, wurden zerstört, und der Kohlenstoff der schwarzen Thon-Anthracit-schiefer, vielleicht selbst des Graphits, scheint von ihnen zu stammen. Alle Kohle, Schwefel und Kali im scandinavischen Alaunschiefer rührt vermuthlich von einer gewaltigen Ablagerung von Algen her, den jetzigen Fucusbänken vergleichbar. (Forchhammer, Göppert.) Unger gab für 1851 die Zahl der in den silurischen und devonischen Schichten gefundenen Pflanzen auf 87 an: 7 Fucoideen, 72 Gefäßkryptogamen, 5 Cycadeen, 3 Nadelhölzer. Nur sehr wenige davon finden sich noch in der Steinkohlenformation. Die Coniferen zeigen sich also schon in den devonischen Schichten, deutlicher in den Steinkohlenschichten, fehlen im Trias, erscheinen wieder im Jura, werden in der untern Kreide zahlreich, wo bereits die Sippen Pinus, Combra, Abies, Cedrus sich zeigen, und erreichen ihre größte Ausbildung um die Mitte der Tertiärzeit. Die später untersuchten devonischen Holzreste in Thüringen sind nach Unger lauter neue Gattungs-, ja Familientypen der wunderbarsten Art und seltsamsten Organisation; es giebt da Mittelglieder von Farrn und Equisetaceen, Urtypen von Cycadeen, Coniferen u. Es sollen gegen 100 Species solcher Hölzer in der thüringischen Grauwacke vorkommen.

1389. Später gab Göppert die Pflanzenarten des Uebergangsgebirges auf 136 an, wovon Fucoideen 28, Equisetaceen 15, Farrn 29, Eycopobiaceen 40, die übrigen 24 sind Asterophylliten, Nöggerathien, Sigillarien, Cycadeen, Stigmarien und Nadelhölzer, also lauter Familien und meist auch Sippen der Steinkohlenperiode — mit Ausnahme der auch in dieser sehr seltenen Palmen, — jedoch durch andere Arten repräsentirt, so daß sich in der unermesslich langen Zeit von ihrem ersten Auftreten bis zu dem die Steinkohlen bedeckenden rothen Sandstein die Vegetation

nicht wesentlich verändert hat. Die verbreitetsten Pflanzen des Uebergangsgebirges sind *Calamites transitionis* Göpp., *C. Roemeri* Göpp. und *Sagenaria Veltheimiana* Pressl.

1390. Die an Kohlen säure so reiche Atmosphäre jener alten Zeit machte die unermessliche Entwicklung der Steinkohlenflora möglich. Die Verwitterung und Zerstörung der Felsen hatte schon große Fortschritte gemacht und unendlich ausgedehnte Schlamm lager lieferten den geeigneten Boden für die farnartigen Gewächse, die in unglaublicher Fülle wie später nie mehr von der Kraut- bis zur mächtigen Baumform auftraten, Gestalten der Gegenwart fremd, zum Theil sumpfige, unabsehbare, von keinen Thierstimmen belebte Wälder bildend, wie die *Sigillarien*, *Lepidobendern*, *Calamiten*, auch einige Nadelhölzer. Die *Sigillarien*, Sumpfpflanzen, *Isoetes* verwandt, von Zuckerhutform, saßen mit dem breiten Ende auf, aus welchem starke kriechende Wurzeln kamen, die sogen. *Stigmarien*, und erfüllten in Gruppen die Sümpfe der Kohlenperiode. Zwischen den *Sigillarien* schossen die rohrartigen *Calamiten* als dichter Wald auf. Kleinere Pflanzen wie der räthselhafte cactusähnliche *Lomatoplochos* wuchsen zwischen ihren gewaltigen Stämmen oder schwammen im Wasser wie *Annularia* und *Sphenophyllum*. Es waren wohl unzweifelhaft zahlreiche Mittelformen zwischen Farn einerseits und Equiseten und Nadelhölzern andererseits vorhanden, und *Antholithes* und *Nöggerathia* sind nebst ziemlich vielen anderen bereits *Monocotyledoneen*.

1391. Die Farn jener Zeit weichen durch die Nervenvertheilung in ihren Wedeln fast sämmtlich von den jetzigen ab, es herrschen die *Obolopteriden* und *Neuropteriden* vor, während die mit den jetzigen verwandten *Sphenopteriden* und *Pecopteriden* erst später erscheinen. Die *Sigillarien* halten die Mitte zwischen Farn und Nadelhölzern; Darwin würde letztere beide aus den *Sigillarien* entstehen lassen. Die *Sigillarienwälder* befreiten die Luft von der vielen fortwährend aus der Erde strömenden Kohlen säure und machten sie für andere Organismen geeignet. In Kohlenflözen der Bäreninsel hat Reil hau *Calamiten*, *Lepidobendern*, *Sigillarien* und Farn gefunden, in Anthracitflözen Spitzbergens entdeckte Robert *Calamiten*, *Lepidobendern* und

Sigillarien. — Die aufeinander folgenden Kohlenflöze enthalten eine mehr oder minder verschiedene Vegetation, weshalb Göppert Sigillarienkohle, Calamitenkohle, Lepidodendernkohle zc. unterscheidet; im Kohlenlager von Eschweiler bei Aachen sollen 44 verschiedene Schichten jede eine andere fossile Flora enthalten. Die Zahl der Steinkohlenpflanzen betrug 1851 736 Arten: 7 Fucoiden, 1 Pilz, 605 Farrn, 26 Cycadeen, 17 Nadelhölzer, 20 Monocotyledoneen, 60 von unbekannter Stellung. Schon Elie de Beaumont hat wegen der Ähnlichkeit der Flora und Fauna der Steinkohlenperiode in Europa und Amerika einen Zusammenhang beider angenommen.

1392. Nach der verhältnißmäßig ruhigen Steinkohlenzeit, welche eine lange Reihe von Jahrtausenden gewährt haben mußte, um die unermesslichen Kohlenflöze aufzuhäufen, brach die unruhige permische Zeit ein, die Dyas-Periode, charakterisirt durch stürmische Bewegungen des Vulkanismus, Hebungen und Senkungen, so daß die neptunischen Nieberschläge jener Zeit, das Rothliegende und der Zechstein, durcheinander geworfen und zerissen erscheinen. Pflanzenreste, und zwar meist verkieselte, hat man bis jetzt nur im Rothliegenden gefunden, in nicht großer Zahl, dann im Kupferschiefer, keine im Zechstein. Es sind die Familien der Steinkohlenflora, aber mit ganz anderen Arten, etwa 15 ausgenommen, die schon in der Steinkohlenzeit lebten; dann haben sich die Palmen, Coniferen und unzweifelhaften Monocotyledoneen vermehrt.

1393. Unger führt für die Dyas-Periode 103 Arten an, fast alle (wie auch die Thierreste) verschieden von denen der Steinkohlenformation. Die Flora des Rothliegenden und des Zechsteins sind aber der Zeit nach verschieden; erstere besonders reich an Farrnbäumen (namentlich *Psaronius* aus der Gruppe der Marattiaceen), der Kupferschiefer enthält vorzüglich Algen und Nadelhölzer. Göppert 1862 führt hingegen 182 Arten an, 169 für das Rothliegende, Land- und Süßwasserpflanzen, 13 für den Kupferschiefer, größtentheils Algen.

1394. Die Trias-Periode hat mit der Dyas vielleicht nur *Equisetum arenaceum* gemein. Für den bunten Sandstein gibt Unger nur 37 Arten an: 24 Gefäßkryptogamen, 1 Restiacee,

1 Liliacee, 1 Smilacee, 3 Lycopodiaceen, 2 Cycadeen, 7 Nadelhölzer. Für den Muschelkalk nur 7 Arten, für den Keuper 73: 1 Fucoidee, 57 Farne, 1 Rostfarn, 1 Liliacee, 3 Cycadeen, 7 Nadelhölzer und eine ungewisse Art. Für die Triasperiode überhaupt 117 Arten. Im bunten Sandstein und Muschelkalk sind die Cycadeen noch sparsam, im Keuper vorzugsweise entwickelt und schließen sich jenen des Jura an. Deshalb will Seubert den Keuper vom botanischen Gesichtspunct der Jura-periode anschließen; ebenso die Wealdenformation, geologisch der Kreide angehörend, dem Jura, weil auch in ihr Cycadeen vorzugsweise, dann die Nadelhölzer entwickelt sind, Dicotyledoneen hingegen nur sehr wenig. — Schmarogerpilze kamen auch schon in den früheren Erdperioden vor, (Schacht, Hallier), z. B. im Gewebe fossiler Cycadeen aus der Trias, wo sie bisweilen die Spaltöffnungen durchziehen.

1395. In den Meerpflanzen der Jurazeit glaubt man schon eine Annäherung an die gegenwärtige wahrzunehmen, während die Landflora von der des Keupers nicht so sehr abweicht. Es erreichten jetzt die Cycadeen (Sagobäume oder Zapfenpalmen) ihre reichste Entwicklung und viele Arten dieser Familie, welche jetzt im Aussterben begriffen ist, waren durch einen niedrigen, knollenartigen Stamm charakterisirt. Dann waren die Farne zahlreich und auf dem Waldboden scheint bereits ein Rasen von Gramineen und Cyperaceen entstanden zu sein, hie und da wuchsen auch Pilze und entwickelten sich Moospolster. Für den Bias gibt Unger 151 Arten an, worunter 12 Fucoiden, 50 Filicinen, 58 Cycadeen. Für den Dolith 181, worunter 32 Fucoideen, 68 Filicinen, 47 Cycadeen.

1396. Die Kreideformation weist etwa 200 fossile Pflanzen auf und ist charakterisirt durch zahlreiche, hier mit wenig Ausnahmen zuerst auftretende mono- und dicotyledonische Angiospermeen, besonders Apetalen und einige Polypetalen, während die Gymnospermeen sich sehr vermindern, Farne und Equisetaceen fast ganz verschwinden. Die Wälder der mittleren Kreide bestanden hauptsächlich aus Nadelhölzern (darunter solche mit fleischigen Blättern) und Cycadeen; letztere sind schon im Abnehmen. Dazu gesellten sich einige Palmen und die ersten Laub-

hölzer, vergleichbar den Nußbäumen und Ahornen, Erlen, Hainbuchen, Weiden, eine sonderbare Mischung! Unger gibt für die mittlere Kreide 149 Arten an: 18 Fucoiden, 18 Filicineen, 8 Eycadeen, 29 Nadelhölzer, 17 Laubhölzer u. Der manchmal 300' mächtige Wealdenton enthält auch Schichten urweltlicher Dammerde und ist eine Süßwasserbildung ohne Meerthiere und Meeralgae. Er enthält 70 Arten, worunter 35 Filicineen und 20 Eycadeen.

1397. Am besten erforscht ist die Flora der Tertiärzeit, aus welcher freilich auch die Pflanzenreste sich noch eher erhalten konnten, als aus den älteren Perioden, so daß bis jetzt gegen 1500 Arten unterschieden werden. Die geographischen Unterschiede fingen allmählig an, sich merkbar zu machen, so daß man z. B. auf Island keine tropischen und subtropischen Tertiärpflanzen findet; in Oberitalien waren Palmen sehr zahlreich, im nördlichen Bernsteinland und auf Island aber Nadelholzwälder. Doch hatten im Miokän die hochnordischen Gegenden noch eine mittlere Jahrestemperatur von wenigstens 8—10° und in Grönland wuchs sogar noch eine Eycadee: *Pterophyllum arcticum*. (Göppert.) Die Tertiärflora der Tropenzone scheint nach dem Wenigen, was von ihr bekannt ist, z. B. aus Java, nicht sehr von der gegenwärtigen abgewichen zu sein.

1398. Die Bildung des Eoläns muß sehr lange gewährt haben, was die jetzt bekannten fast 1000 Arten von Pflanzenresten und 1700 Arten von Thierresten aus ihm erweisen. Unger gab nur 558 Pflanzenarten an, darunter 68 Fucoiden, 13 Filicineen, 30 Rajadeen, 13 Pandaneen, 12 Palmen, 35 Nadelhölzer, 18 Myricaceen, 33 Rätzchenbäume, 14 Proteaceen, 11 Rubiaceen, 9 Apocynaceen, 10 Ericaceen, 10 Malvaceen, 16 Malpighiaceen, 9 Sapindaceen, 7 Combretaceen, 14 Rosaceen, 60 Leguminosen. Die Eolänflora von Europa hatte ein indisch-australisches Gepräge; deren Schöpfungscentrum versetzt Unger nach Australien, das mit Südasien continental, mit Europa oceanisch verbunden war. Die Wälder von Neuholland sind charakterisirt durch die Gummibäume, Eucalyptus, denen sich Proteaceen, Santalaceen, Monimieen, Antholoben, Acacien, einige Nadelhölzer und unermäßig viele Epacrideen zugesellen, — Familien, die im Eolän auch

in Europa herrschend waren, das damals ein Klima wie jetzt Neuhollland hatte. Die australische Kirsche *Exocarpus* findet sich in Madagaskar. Es waren aber auch asiatische Pflanzen da: *Glyptostrobus*, Feigen-, Eichen-, Lorbeerbäume, Leguminosen, *Ailanthus*, *Planera* Unger's und amerikanische, über die später versunkene Atlantis eingewanderte: Walnüsse, Eichen, Ahorne, Pappeln, Myrsineen, Leguminosen, während Europa selbst wenig Eigenthümliches producirte.

1399. In der Miocänzeit gewinnen die amerikanischen Typen das Uebergewicht, in der diluvialen verschwinden diese wieder, die jetzige Flora Europas ist der Hauptsache nach asiatisch. Das amerikanische Miocän enthält meist dieselben Typen, die noch jetzt in Amerika leben, aber auch manche rein asiatische: *Glyptostrobus*, *Cinnamomum*, *Salisburia*, die es über die Atlantis erhalten konnte. Nach Europa kamen die amerikanischen Pflanzen über die Atlantis (§. 877) und die zahlreichen Inseln im nördlichen atlantischen Ocean, von denen fast nur Island übrig blieb, wo sich tertiäre Braunkohlenlager finden. Die Atlantis wäre also hauptsächlich Bildungsherd für die Tertiärflora und die jetzige amerikanische gewesen. Die Flora von Europa war in der Miocänzeit, wo es ein subtropisches Klima hatte, reicher als in der Gegenwart; in der Schweiz wuchsen nach Heer damals wenigstens 3000 Arten. Für einen miocänen Urwald der Schweiz zählt Heer 180 Holzpflanzen auf: Eichen, Ulmen, Ahorne, Nußbäume, mit Feigen-, Tulpen-, Storchbäumen, Lorbeer- und Zimmbäumen, Magnolien, Robinien und Mimosen, durch welche sich zahlreiche Schlinggewächse zogen und unter denen Weiden, Kreuzborn, Cornellkirschen, Gagelsträucher, Ceanothus und Proteaceen nebst Farn das Unterholz bildeten. In Mooren und Sümpfen hingegen wuchs ein dichter Urwald von Cypressen und Taxobien, *Glyptostrobus* und *Widdingtonien*, Pinien und Palmen, ähnlich wie in den amerikanischen Cypressen-Sümpfen. Zahlreiche Nymphaeaceen bedeckten die offenen Wasserstellen, Schilf und Rohrkolben umsäumten deren Rand. Diese Flora mit ihren vielen Holzgewächsen und immergrünen Bäumen glich am ersten der vom wärmeren Nordamerika und Japan, es waren aber auch viele jetzt über die Erde zerstreute andere Formen da. Die Pflanzen waren von

den Jahreszeiten so abhängig wie jetzt; Weiden und Pappeln, Platanen und Amberbäume belaubten sich im Frühling und entlaubten sich im Herbst, Lorbeer- und Kampferbäume blieben immer grün und letztere blühten im Frühling mit den Weiden. Die Ameisen schwärmten wie jetzt im Sommer; man findet manche Paare in Begattung.

1400. Manche Pflanzen der Tertiärzeit waren solchen der Gegenwart sehr ähnlich, wie man denn Blätter findet, die denen von *Liquidambar styraciflua* sehr gleichen; *Liriodendron Procaccinii* fossil auf Island gleicht sehr dem jetzigen *L. tulipiferum*, es gibt fossile Gewächse, die unseren *Taxodium distichum*, *Nyssa*, *Pavia*, *Robinia* sehr ähnlich sind, *Juglans tephrodes* Unger ist kaum zu unterscheiden von *J. cinerea*, — eine vollkommene Identität mit Lebenden konnte wenigstens Heer doch bei keiner einzigen Tertiärpflanze erkennen.

1401. Im Pliokän zählt Unger 599 Arten, darunter 6 Fucoiden, 11 Characeen, 12 Pilze, 12 Moose, 18 Filicinae, 16 Palmen, 120 Nadelhölzer, 119 Kästchenbäume, 23 Ericaceen, 14 Acerineen, 15 Anacardiaceen, 18 Rosifloren, 29 Leguminosen, — was Alles auf ein gemäßigteres Klima deutet. Deshalb fehlen auch in den europäischen plioänen Schichten Palmen ganz, welche in den gleichen Schichten der Antillen häufig sind. Aber auch andere Monocotyledoneen, Farn und Moose fehlen fast vollständig, theils weil die Dicotyledoneen das Ueberwicht erlangt haben, theils aus anderen Gründen.

1402. Die fossilen Pflanzen der hochnordischen Länder: Spitzbergens, Grönlands, Banklands, der Melville-Insel, so weit man sie bis jetzt kennt, sind meist tertiär und setzen ein Klima voraus, wie es jetzt nur die wärmeren Gegenden der gemäßigten Zone haben. In Nordgrönland, auf der Halbinsel Moursoak, auf einem bei Atanekerdluk liegenden Berge, liegt bei 70° nördl. Br., 1080' über Meer ein fossiler Wald mit Blättern, Blüten, Früchten, Bernsteinkörnern in rothbraunem eisenhaltigen Gestein; von seinen Pflanzenarten findet man 18 auch in Mitteleuropa und der Molasse der Schweiz; man unterscheidet Föhren, Eiben, Salixburien, Sequoien, Pappeln, Buchen, Eichen, Platanen, Ulmen, Rußbäume, Magnolien u., was ein Klima voraussetzt,

15—16° E. höher als gegenwärtig, etwa wie um Lausanne. Island hatte früher eine reiche Walbflora, deren Reste sind der Surturbrand; es wuchsen dort Mammutbäume, Ulmen, Ahorne, Nuß- und Tulpenbäume. Ebenso in Nordcanada am Mackenzie. In Bantland, 74° nördl. Br., sind Hügel fossilen Holzes von Laub- und Nadelbäumen, in Spitzbergen findet man die Reste von zwei Pappeln, die mioläne Sumpfcypresse (*Taxodium dubium*), Erlen, Weiden, Haselstäuben, Platanen und Birken; es mußte in 70° nördl. Br. ein Klima haben, wie jetzt Scandinavien unter 60° und die Waldbäume konnten bis zum Pole wachsen. Auf der Nordseite von Moursoat findet sich ein Lager von Krebepflanzen. Auf der Discoinsel sind Braunkohlenlager mit Tertiärpflanzen und etwas Bernstein. Man kennt jetzt von Nordgrönland 137 fossile Pflanzenarten, von Spitzbergen 30 Bäume und Sträucher, dann Gräser, Niedgräser, Schachtelhalme und Farne.*)

*) Deer, fossile Flora der Polarländer, Zürich 1868. Ueber die neuesten Entdeckungen im hohen Norden, Zürich 1869.

1403. Schon in der frühesten Steinkohlenzeit muß aber in der Gegend der Bäreninsel ein Festland existirt haben; man findet auf derselben Calamiten, Sigillarien, Lepidodendren und Farne, meist dieselben Arten, welche die ältesten Steinkohlenlager Europas enthalten. Jener Continent versank aber noch während der Steinkohlenperiode und die Kohlengesteine wurden von Verglath bedeckt wie auf der Melvilleinsel, so daß die Senkung das ganze Nordpolarland betroffen hat. Die Thiere im Verglath der Bäreninsel, Spitzbergens und der Insel Melville finden sich in derselben Formation auch in Europa, ein paar sogar in Indien und Südamerika. Der schwarze Schiefer auf dem Verglath Spitzbergens ist triassisch und enthält nach Nordenskiöld zahlreiche Meermollusken, wie sie sich auch in Europa aus jener Zeit finden, im Hintergrunde des Eisfjords Knochen von Ichthyosauren. Im Jura Spitzbergens kommen Ammoniten und andere Cephalopoden vor, wie sie sich auch im europ. Jura finden. Die Miolänflora Spitzbergens gleicht ganz der von Grönland nach Nordenskiöld und Malmgren, enthielt namentlich die noch jetzt in Nordamerika existirende, aber nicht 40° nördl. Br. überschreitende Sumpfcypresse. Auch entsprechende Insecten finden sich vor. Spitz-

bergen hing wohl damals mit Grönland zusammen. Es haben sich Pflanzen- und Thierarten des Nordpolarcontinents aus der Miolänzeit bis jetzt unverändert und scharf ausgeprägt ohne Uebergänge erhalten.

1404. In der Miolänzeit scheint wieder ein großer Nordpolarcontinent vorhanden gewesen zu sein mit einer Flora wie etwa der Süden von Nordamerika sie jetzt hat und entsprechender Insectenwelt: Chrysomelinen, Cisteliden, Trogositen, Cicaden u. Heer glaubt, einer der Bildungsherbe der miolänen Blüthenpflanzen liege in der Polarzone und von da hätten sich sowohl Pflanzen als Thiere strahlenförmig nach Europa und Amerika verbreitet; *Populus Zaddachi* reicht von Alaska bis nach Königsberg, die Sumpfschypresse bis nach Alaska und in die Schweiz, der Mammuthsbaum, *Sequoja Langsdorffii*, bis Vancouver, Griechenland und an den Ural.

1405. Von 163 Pflanzenarten, bis 1853 im Bernstein gefunden, sollen wenigstens 30 noch jetzt in den gemäßigten und kälteren Ländern vorhanden sein, darunter *Thuja occidentalis*, *Andromeda hypnoides*, *Libocedrus chilensis*. Unter den 163 Arten sind 59 Kryptogamen; besonders Zellenpflanzen haben sich durch die Diluvialzeit in die Gegenwart gerettet. Tropische Pflanzen fehlen der Bernsteinflora, denn in der Pliolänzeit, der sie angehört, waren die nördlichen Länder schon kühl geworden. Sie war vorzüglich Waldflora, reich an Nadelhölzern und Ericen, und hat sich wahrscheinlich über sämtliche arktische Länder ausgebreitet. Der Bernstein, ursprünglich ein dünnflüssiges Harz, hat durch Fossilisation seine gegenwärtige Beschaffenheit angenommen und stammt wohl von neun verschiedenen Nadelholzbäumen, worunter *Pinites succinifer*. Die Diluvialfluthen, welche die Gegenden von Holland bis zum Ural mit den nordischen Blöcken überschütteten, haben ihn verschwemmt, zum Theil weit in den europäischen Continent hinein und auf Höhen von mehr als 1300 Fuß geführt. (Göppert.)

1406. Durch Absperrung der warmen Strömungen aus dem indischen Ocean erkaltete Europa; noch mehr geschah dieses, als aus noch unbekannten Ursachen die Eiszeit über die Erde hereinbrach. Da gingen in den kälteren Ländern die meisten Pflanzen

zu Grunde, nachdem die der Gebirge in die Ebenen herabgestiegen, jene der den Polen näher liegenden gegen die wärmeren Zonen gewandert waren. Als die Eiszeit ihr Ende nahm, die Communication zwischen dem nördlichen Eismeer und der Ostsee gesperrt, die Sahara über das Meer erhoben und trocken gelegt wurde, wurde Europa wieder wärmer und erhielt seine neue gegenwärtige Vegetation größtentheils aus Asien und Nordafrika, die Inseln und Küsten West- und Nordeuropas auch aus Amerika; Grönland scheint die Urheimath der arktischen Flora zu sein, von welcher sich diese mit dem amerikanischen Bisamochsen und anderen Thieren nach den südlicheren Gegenden beider Continente verbreitet hat; deshalb ist auch die Alpenflora der Vereinigten Staaten der Alpenflora Europas näher verwandt als die Ebenenflora. Auch über den großen Ocean scheint eine Verbindung Asiens mit Amerika stattgefunden zu haben; daher eine gewisse Verwandtschaft der Flora Japans und Nordostasiens mit der amerikanischen. Die australischen Elemente der Tertiärflora starben allmählig aus; auf Madera und den Canarien haben sich noch spärlich *Pittosporum coriaceum* und der Drachenbaum erhalten. Manche Tertiärpflanzen Europas sind in der Mittelmeergezone und in Kleinasien erhalten.

1407. Die Diluvialzeit mit ihren gewaltigen Ueberfluthungen ist arm an vegetabilischen Resten. Die wenigen Pflanzen des Diluviums (etwa 50 Arten) leben fast alle jetzt noch und gehören meist Nadel- und Laubhölzern an. Die Pflanzen auch der ältesten Alluvialablagerungen unterscheiden sich in nichts von denen der Gegenwart.

1408. Für das Jahr 1861 wurden im Ganzen 3997 fossile Pflanzen auf 92,667 lebende angegeben. Der Kryptogamen der Vorzeit sind 1663, der Phanerogamen 2334, während in der Gegenwart 12,533 Kryptogamen und 80,129 Phanerogamen bekannt sind. Der Steinkohlenperiode allein gehören 872 Gefäßkryptogamen und 77 Nadelhölzer an, dem Jura von ersteren 169, von letzteren 172. Von den 1500 Blüthenpflanzen gehören alle bis auf 30 Apetalen und 4 Polypetalen, welche der Kreide eigen sind, in die Tertiärperiode.*)

*) Stiedler, Synopsis d. Pflanzenf. d. Vorwelt u. Queblinburg 1861.

1409. Mit der Entwicklung des Pflanzenreiches in der späteren Tertiärzeit hat sich auch die Zahl der Nahrungspflanzen vermehrt und so das Bestehen auch des Menschen möglich gemacht. Neu-holland, dessen Flora einen eolänen Charakter hat, besitzt sehr wenig Nahrungspflanzen.

Die Pflanzenwelt der Gegenwart.

1410. Wie die einzelne Pflanze die Explication ihrer besonderen Idee, so ist das Pflanzenreich die Explication der idealen Pflanze, der allgemeinen Idee der Pflanze, die, ihrer Natur nach unendlich, in keiner noch so langen Zeit ihre Erfüllung erreicht. Alle Erdperioden haben an deren Verwirklichung gearbeitet und in den aufeinander folgenden Floren das Resultat dieser Arbeit niedergelegt. Die jetzige Vegetation ist die bis jetzt letzte Phase der idealen Pflanze, die in jedem Erdalter eine andere Pflanzengestalt zeigt hat.

1411. Die 4—5000 bis jetzt bekannten fossilen Pflanzenarten sind jedenfalls nur ein kleines Bruchstück der über die Erde gegangenen und von den zwei- bis dreimal hunderttausend Arten, welche jetzt existiren mögen, ist noch nicht die Hälfte bekannt. A. Decandolle hat im Prodrömus gegen 60,000 Arten; Steudel führt deren in der 2. Ausg. des Nomenclatur botanicus 78,005 an; Stricker rechnet 80,129 Phanerogamen und 12,533 Kryptogamen. Der menschliche Verstand hat in dem Versuche, dieses Heer zu ordnen, so ziemlich alle Ausgangspunkte erschöpft. Es ist interessant zu sehen, daß, möchte man von der geschlechtlichen Fortpflanzung, von der Entwicklungsgeschichte, vom anatomischen Bau oder von der Totalconstruction ausgehen, man im Ganzen auf die gleichen großen Abtheilungen gekommen ist, welche offenbar in der Natur selbst gegründet sind.

1412. Alle Pflanzen gehen aus Zellen und Zellencomplexen hervor; Zellen zu Fäden gereiht, Fäden zu Flächen (Lager, Thallus) geben schon einfache Pflanzen. Der weitergehenden Differenzirung der Zellpartieen geht solche der Organe parallel.

Bei den einfachsten Pflanzen, niederen Pilzen und Algen besteht der ganze Körper entweder nur aus einer einzigen Zelle oder einem Lager oder Stamm, der entweder keine Verzweigungen oder nur ihm ganz gleiche zeigt. Bei den höheren Algen findet man bereits seitliche Bildungen, die an Beschaffenheit vom Stamme abweichen, und bei den Moosen zuerst kommt es zu einem eigentlichen Stamm und zu Blättern, bei den sämtlichen Gefäßpflanzen auch zu einer Wurzel. Den Gegensatz von azenlosen und von Azenpflanzen hat Endlicher erkannt. Innerhalb einer jeden von diesen Kategorien ist nun eine erstaunliche Mannigfaltigkeit möglich nicht nur, sondern wirklich geworden.

1413. Mit dem Begriff der größeren Complication verbindet sich unwillkürlich der Begriff höherer Vollkommenheit — aber in einzelnen Fällen wird es zweifelhaft, was vollkommener sei? Es wurde schon in Frage gestellt, ob die Dicotyledoneen wirklich vollkommener seien als die Monocotyledoneen, und noch viel mehr, ob die gamopetalischen oder die polypetalischen Dicotyledoneen höher ständen. Abr. de Jussieu und Andere, denen auch Dronn folgte, stellte die Gamopetalen höher als die Polypetalen, die Monocotyledoneen mit verwachsenblättrigem Perigon höher als die mit getrenntblättrigem. Die Gamopetalen seien reicher an Holzgewächsen als die Polypetalen und es befänden sich unter ihnen nicht so viele apetale Familien und Sippen, wodurch eben die Polypetalen den Apetalen genähert werden. Schleiden hielt die Synanthhereen für die höchste Pflanzenfamilie, weil hier zahlreiche gamopetalische Blüthen zu einem Ganzen verbunden seien. Die Meisten haben sich indeß für die höhere Stellung der Polypetalen ausgesprochen.

1414. Man wollte auch die Pflanzen mit monöcischen Blüthen für vollkommener als solche mit hermaphroditischen halten, weil in ersteren die Arbeitstheilung weiter fortgeschritten sei, daher wären auch nur niedere Thiere hermaphroditisch. (Nägeli.) Aber Monöcie und Diöcie allein können nicht über den Rang entscheiden; wäre die Arbeitstheilung das höchste Kriterium, so müßten die Quallenpolypen und Moosthierchen die höchsten Thiere sein, weil bei ihnen die Arbeitstheilung am weitesten fortgeschritten ist. — Die Schwierigkeit in der Systematik wird hauptsächlich dadurch herbeigeführt, daß im Pflanzenreiche eine Anzahl von

nahe gleichwerthigen Familien vorhanden ist, welche alle Anspruch auf die höchste Stellung zu haben scheinen, während im Thierreich ein über alle emporragender Organisationstypus gegeben ist, dem die anderen sich unter zu ordnen haben.

1415. Die Pflanzen stehen so wenig als die Thiere in einer bloß einreihigen Verwandtschaft, sondern alle sind in sehr verschiedenen Beziehungen miteinander nebartig verbunden. Nahe verwandte Pflanzensippen zeigen dieselbe Architectonik im Ganzen, mögen auch ihre einzelnen Organe noch so verschieden gebildet sein. Pflanzen der verschiedensten Familien, Classen, selbst Unterreiche gleichen sich oft in Gestalt und Ansehen auf das täuschendste; so die südamerikanische Pandanee *Phytelephas macrocarpa* der afrikanischen Delpalme *Elais guineensis*, Haiben Südafrikas gleichen *Epacrideen* Neuhollands, Säuleneuphorbien Afrikas den Säulencactus Mexicos, die *Synantheree* *Mutisia* hat die Ranken eines Hülsengewächses, die *Podostemee* *Mniopsis scaturiginum* gleicht ganz außerordentlich einer Jungermannie, *Lacis fucoides* einem Tang, der neuseeländische Keulenbaum, der zur Familie der Röhrenbäume gehört, einem gigantischen Schaftalm, die *Rhizantheen*, worunter die größte aller Blumen *Rafflesia Arnoldi*, ähneln Pilzen, in Farbe, Gewebe, selbst bis auf den Geruch. Wem könnte es hier einfallen, an gemeinschaftliche Abstammung nach Darwin'scher Lehre zu denken?

1416. Das Pflanzenreich zerfällt in zwei große Abtheilungen, die man als tellurische und solare Pflanzen bezeichnen kann. Die tellurischen Pflanzen, die Erdwassergewächse, auch Zellenpflanzen genannt, sind charakterisirt durch Mangel der Gefäße, fehlende oder unvollkommene Trennung in ein auf- und absteigendes System, meist durch Fehlen einer Aze, unvollkommene Sonderung der Organe, Mangel einer wahren Blüthe und Frucht. Bei allen ist nach A. Braun die erste Generation allein oder doch vorzugsweise entwickelt und die zweite besteht entweder bloß in Sporen oder in Sporangien oder einem zusammengesetzten Fruchtgebilde. Sie theilen sich in zwei Kreise und sechs Classen. Den niederen Kreis und die drei ersten Classen bilden die Pilze, Flechten und Algen; nur bei ihnen kommen einzellige Pflanzen vor.

1417. In den Pilzen gruppiren sich die aus der Keimung der Sporen hervorgehenden Fäden zu einem lockern verfilzten Lager, Mycelium, aus welchem dann Fruchthälter oft von ungeheurer Größe emporwachsen; in den Flechten verschmelzen die Fäden zu einem dichteren und festeren Keimlager, in welchem zahlreiche kleinere Fruchthälter entstehen; die Algen erheben sich von einfachen Zellen, Fäden und Membranen zu einer reichen Fülle von Formen mit stengel-, zweig- und blattartigen Ausbreitungen, welche an die Pflanzenformen höherer Kreise erinnern. Die Pilze lieben das Feuchte und Dunkle, den Schooß der Erde oder die weiche Unterlage anderer Organismen, die Flechten wachsen auf festerem Untergrund, die Algen fast sämmtlich im Wasser. Zu Pilzen und Algen gehören die einfachsten Pflanzen, welche von zwei uranfänglich verschiedenen Anfängen sich zu differenten Reihen entwickelt haben. Die niedersten Pilze und Algen sind nahe verwandt, die höchsten sehr verschieden.

1418. Das Thallom der Pilze wird von chlorophylllosen, vielfach verzweigten, an der Spitze wachsenden Fäden, sogen. Hyphen, dargestellt, welche bei den Phycomyceten einzellig, bei den übrigen Pilzen mehrzellig sind. Die einfachsten Pilze bestehen nur aus einer einzigen, verästelten Hyphe, die größeren aus zahlreichen, oft vielfach untereinander verflochtenen, die durch gegenseitigen Druck manchmal ein parenchymatisches Gewebe darstellen. Sind Pilze verzweigt, so kommt es doch bei ihnen nie zu einer Differenzirung in Ären und blattartige Anhänge wie bei vielen Algen. Tulasne nennt die befruchtenden Körperchen bei den Pilzen Spermatien und ihre Behälter Spermatogonien. Die Sporen der Pilze entstehen entweder frei im Innern von Schläuchen (Zellen) oder scheinbar auf solchen; darauf gründet sich die Eintheilung in Thecasporeen und Basidiosporeen, welche die niedrigeren sind. Die Ordnungen folgen, von den niedrigeren zu den höheren aufsteigend, also: A. Basidiosporeae: Hyphomycetes, Coniomycetes, Hymenomycetes. B. Thecasporeae: Gymnothecamycetes, Discomycetes, Pyrenomycetes, Gastromycetes.*) De Bary theilt sie in Phycomyceten, Hyphodermier, Basidiomyceten, Ascomyceten.

*) Bail, das System der Pilze, Bonn 1858.

1419. Pilze wirken häufig zerstörend oder degenerirend auf die Organismen, auf denen sie schmarozen; einige schmarozen sogar auf anderen Pilzen. Sie bilden nie Chlorophyll oder Amylon und scheiden den aufgenommenen Kalk an ihrer Oberfläche als kleeisuren Kalk aus. Manche erscheinen schleimig durch Erweichung und Quellung äußerer Hautschichten.

1420. Der Thallus der Flechten ist an Form, Größe und Consistenz sehr verschieden, bald krusten-, bald laub- und strauchförmig, trocken oder gallertig, und besteht aus farblosen, gegliederten, verzweigten Hyphen und chlorophyllhaltigen, algenähnlichen Zellen, den Gonidien, von welchen die ersteren meist überwiegen; beide haben ihr unabhängiges Wachsthum. Oft sind Hyphen und Gonidien ziemlich gleichmäßig gemengt, anderemale letztere in eine Schicht gesammelt; die Beschaffenheit des Thallus wird nur bei einigen algenähnlichen Flechten von den Gonidien, bei allen anderen von den Hyphen bestimmt. Die Gonidien gleichen ganz ächten Algenzellen und zwar bei verschiedenen Flechten den Zellen verschiedener Algen, sind manchmal reihenförmig verbunden, wie jene der Conserven, mit derber Wand und grünem Inhalt, welcher Chlorophyll oder Phytyochrom ist, oder stellen hautähnliche Gebilde dar, immer von den Hyphen umspinnen und durchsetzt, ganz als wenn diese parasitische Pilze, die Algen durchwuchernd, wären. Bei den Gallertflechten, Collema, gleichen die Gonidien vollkommen den Zellen der Klostochaceen, welche Algen sind, bei den Flechtensippen Peltigera, Sticta etc. denen der Algensippe Gloeocapsa, in anderen Fällen jenen von Protococcus, Palmella, Cystococcus. Die Hyphen und deren Verzweigung ist ganz wie bei den Pilzen; oft ist ihnen oxalsaures Kalk in Körnchen aufgelagert, namentlich bei den Krustenflechten. Weil man — sehr selten — Gonidien an Zweigen der Hyphen angewachsen findet, glaubte man erstere aus letzteren entstanden, aber diese Verwachsung ist viel wahrscheinlicher nur eine zufällige und beweist kein genetisches Verhältniß. Die Beobachtungen Schwendener's dürften die Vermuthung von de Bary bestätigen, daß gewisse Algenformen die Form von Flechten dadurch annehmen, daß parasitische Ascomyceten in sie eindringen und ihr Mycelium in selben ausbreiten, daß also wenigstens viele Lichenen

nur Pseudolichenen sind. In diesem Fall würden die Gonidien die Vereitung der Nahrung übernehmen, die Hyphen durch dieselbe wachsen. Pilzfasern bringen in junge Nostoccolonieen ein, Racomaceen und Rivularien stehen in Zusammenhang, Strauch- und Laubflechten, welche in fließendem Wasser sich von ihren Fäden befreien, vegetirten in ganz anderer Weise fort und bildeten Schwärmzellen. Reimungsversuche mit Flechtensporen gelangen bis jetzt nicht. Die Apothecien sind demnach Pilzfrüchte, Spermogonien und Ecthylosporen sind dasselbe. — Die essbare Flechte Mittel- und Nordasiens, Lichen (*Parmelia*) *esculentus* Pall., ist hinsichtlich der Entstehung und des Wachstums räthselhaft; sie liegt immer wie kleine Kieselsteine (haselnuß- bis wallnußgroß) lose auf dem Boden, hie und da vom Winde in Haufen geweht. Form unregelmäßig kugelig, Oberfläche körnig-warzig, graubräunlich, Inneres weißlich. Trocken knorpelig, wird sie in Wasser bald weich und enthält viel oxalsauren Kalk. In Persien erscheint sie oft über Nacht in ungeheurer Menge, vom Himmel gefallen, wie die Leute meinen.

1421. Wenige Pflanzenklassen haben so viele physiologische Räthsel aufgegeben, so viele lösen lassen, als die Algen, Wassergewächse, welche sich von mikroskopischen einzelligen bis zu kolossalen Formen erheben, mit ihren Massen die Gewässer färben, weite Meeresgegenden erfüllen. — Manchmal stellen sie größere Massen durch Vereinigung zahlreicher Individuen zu einem organischen Complex dar, in anderen Fällen erreichen die Individuen selbst eine außerordentliche Größe. Es gibt unter den Algen keine wahren Schmarotzer, denn sie nähren sich selbständig mit Hilfe ihres Chlorophylls. Den Pilzen fehlt dieses, daher müssen sie von anderen Organismen oder deren Zersetzungsproducten leben und bedürfen das Licht nicht. Bei vielen Algen ist das Chlorophyll in blau, roth, gelb gefärbten Substanzen versteckt. Die Siphonaceen (Algen) und die Phycomyceten (Pilze) verbinden Algen und Pilze. Die höheren Algen schließen sich an die einfachsten Muscineen und an die Characeen an, von denen sie aber durch die Form der Geschlechtsorgane und der Spermatozooiden, so wie durch den Verlauf des Generationswechsels abweichen. Die Tange entwickeln staunenswerthen Formenreichtum; bald gallertartig, bald

Inorpelig zeigen sie wunderfame Combinationen stielrunder und flächenhafter Theile, Stengel und Blätter der Alpenpflanzen nachahmend, und lassen prächtvolle Farben vom Rosen- durch das Scharlach in das Purpurrothe, verschiedenes Gelb, Grün und Braun, oft regenbogenartig geordnet, wahrnehmen. In unglaublicher Verschlingung bilden sie mehr noch in den kalten als den warmen Meeren wahre untermeerische Wälder und schwimmende Inseln, in welchen unzählbare Thiere hausen. Bei den Nereocysten steigt von korallenähnlicher Wurzel ein faden dünner Stiel auf, der bis 70 Fuß lang, immer dicker werdend zu einer gewaltigen Blase anschwillt, auf der ein dichter Büschel bis 30 Fuß langer, blattartiger Organe schwankt. Bei den reizenden, oft geometrisch regelmäßigen Desmidiaceen findet sich — im niederen Pflanzenreich ungewöhnlich, — das schönste frischgrüne Chlorophyll. Die Diatomeen mit ihrem höchst eigenthümlichen Kieselpanzer, der allerdings seinesgleichen im Pflanzenreich nicht hat, sind doch wieder den Desmidiaceen verwandt durch die Copulation, Gestalt, Theilungsart und Wachsthum der Zellen, die wie bei jenen isolirt bleiben oder sich zu Fäden vereinen können, ihre Gallertauscheidung und Bewegung ist auch den Desmidiaceen nicht fremd; allerdings ist das Chlorophyll bei den Diatomeen durch Diatomin getrübt. Eine Spur von Verkieselung der Zellhaut und Sculptur derselben kommt auch bei Closterium und anderen Desmidiaceen vor. (Lüders.) Fägigsohn hat bei *Campylodiscus noricus* vorstreckbare und zurückziehbare, nicht schwingende Wimpern beobachtet, aber das entscheidet noch nicht für die thierische Natur desselben. *) Die Oscillatorien gehören wohl nicht, wie Schleiden meint, zum Thierreich; ihnen gesellen sich nach Cohn die Vibrionen zu, welche Pöhlstrom enthalten. Die Florideen und *Batrachospermum* weichen durch ihren Befruchtungsproceß (nach Thuret) von den übrigen Algen sehr ab und müssen zwischen die Characeen und Moose gestellt werden.

*) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin von 1868, S. 6.

1422. Im 2. Kreise der Zellenpflanzen kommt es zu Stengel- und Blattbildung, obschon bei den Vorkleimen noch die Fädenbildung herrscht. Die grüne Farbe tritt häufiger auf, Geschlechtsgegensatz ist

bei allen erkannt, aber es kommt nicht zur Darstellung eines Embryos, der unmittelbar in die Form der Mutterpflanze auswächst.

1423. Die Moose, zierliche chlorophyllhaltige Zellenpflanzen, die in die zwei Gruppen der Leber- und Laubmoose zerfallen, erscheinen in ihrer Geschlechtsgeneration als blattloses Thallom, wie manche niedere Lebermoose, oder als belaubter Stamm, wie die Laubmoose. Sie kommen bis in die höchsten und kältesten Gegenden vor, wachsen auf Rinden, Mauern, Felsen, im Wasser, häufig dichte Rasen und Polster bildend.

1424. Die Armleuchter, Characeen, schlanke, chlorophyllreiche Gewächse mit quirlförmig gestellten Zweigen und Blättern, kleine Wäldchen auf dem Grunde der Gewässer bildend, verbinden die ThallopHYten mit den Gefäßkryptogamen. Die Zellen der Characeen sind sehr groß und lassen durch ihre durchscheinenden Wände deutlich eine rotirende Bewegung der Protoplasmatugeln und -Ballen wahrnehmen. Die Characeen unterscheiden sich nach Braun von den Algen durch ihre Samensäden und nach Pringsheim durch einen Vorkeim, sind aber nach ihm doch mehr den Algen als den Gefäßkryptogamen verwandt. v. Leonhardt hält ihre Zweige für Blätter, den Farnwedeln vergleichbar.

1425. Die solaren Pflanzen, die Luft- und Lichtgewächse, streben von der Erde empor, der Sonne entgegen und erheben sich vom Lager zum Stamm. Bei ihnen kommt es zu Gefäßen, Luftlöchern, vorherrschend grüner Färbung. Die erste Generation (Vorkeim der Farn, zelliger Keimsack, Corpuscula der Gymnospermen) wird schnell übergangen und die zweite wird zur Hauptsache. (A. Braun.) Es gibt unter ihnen nur äußerst wenige gefäßlose. Der Hauptgegensatz ist bei ihnen durch das Fehlen oder Vorhandensein einer wahren Blüthe und eines Samens mit Embryo gegeben, wonach man Kryptogamen und Phanerogamen unterscheidet.

1426. Im niedersten (dritten) Kreise, den Kryptogamischen Gefäßpflanzen, tritt noch eine Annäherung an die tellurischen Pflanzen hervor, so in den Lycopodiaceen und Marfilaceen an die Lebermoose, in den Schachtalmen an die Armleuchter. Es kommt zu Mittelbildungen zwischen Stengel und Blatt, dem sogenannten Wedel. Die höheren Formen nähern sich in

manchen Charakteren den Blütenpflanzen, so die Schafthälme den Gräsern, die Baumsfarren den Cycadeen und Palmen. Viele tropische Farren erscheinen in Baumform.

1427. Die drei oberen Kreise der solaren Gewächse sind die Blütenpflanzen, mit individualisirter Blüthe, wahrer Frucht, Samen mit Embryo. Die Gewebe sind hier am meisten differenzirt, die Fibrovasalstränge, die Oberhaut und deren Entwicklungen am vorzüglichsten ausgebildet.

1428. Den ersten (vierten) Kreis bilden die Gymnospermeen: Cycadeen, Nadelhölzer und Gnetaceen, welche die Samen unbedeckt auf der Fläche oder am Rande der ausgebreiteten Fruchtblätter tragen, meist baumartige Gewächse mit derben, oft nadelförmigen, nervenarmen Blättern, unvollkommenen, getrennt-geschlechtigen Blüten, die in Zapfen oder Rätzchen stehen, eigenthümlich geformten Staubgefäßen und besonders geartetem Geschlechtsproceß, der an die Gefäßkryptogamen erinnert. Gemein mit den Dicotyledoneen haben sie die Stellung der ersten Keimblätter, die kräftige Entwicklung der Hauptwurzel, den Verlauf der Fibrovasalstränge. Es sind uralte Familien, welche von der Steinkohlenzeit bis zur Gegenwart sich erhalten haben. Die Cycadeen nähern sich den Baumsfarren, die Nadelhölzer den Rätzchenbäumen (die zu den letzteren gehörenden Casuarinen verbinden mit dem Wuchse der Nadelhölzer Zweige, welche täuschend den dünnen Schäften der Equisetaceen gleichen), aber ihr Holz besteht aus Prosenchymzellen, fast ohne alle Gefäße. Zu ihnen gehören die mächtigen Mammuthbäume; *Dammara alba* ist ein herrlicher Nadelholzbaum Javas, wenigen Bäumen der Erde an Schönheit nachstehend; er bildet einen hohen, spizen Keel, die funkelnden, starren, schwarzgrünen Nadeln sind bis zwei Finger breit. (Zollinger.) Von den Coniferen wurden durch Blume die Gnetaceen als eigene Familie getrennt; zu ihnen zählt die 1860 in Westafrika entdeckte *Welwitschia mirabilis*, ein wahres Naturwunder.

1429. Die beiden letzten Kreise, wegen ihrer geschlossenen, die Samen bergenden Fruchtblätter Angiospermeen genannt, umfassen die Mono- und Dicotyledoneen. Bei den Nachtsamigen sind die Blüten getrennten Geschlechts, diklinisch, bei den Be-

decksamigen meist hermaphroditisch. — Exogenen heißen in Decandolle's System die Pflanzen, deren Holzkörper von außen wächst, Endogenen, wo dieses von innen geschehen soll; erstere entsprechen den Dicotyledoneen, letztere den Monocotyledoneen und Farrn. Aber die ganze Ansicht vom Wachsen des Holzkörpers bald von außen, bald von innen, ist aufgegeben worden.

1430. Bei den Monocotyledoneen, welche den fünften Kreis bilden, ist der Gegensatz zwischen centralen und peripherischen Organen noch schwächer, die Blätter umhüllen häufig noch scheidenartig den Stamm und ihre Gefäße bilden kein Netz. Die Blüthendecke ist oft nur einfach, drei- oder sechstheilig, der Keim hat nur einen Samensappen. Bald herrscht der oberirdische Stamm als Schaft vor, bald der unterirdische als Knollen oder Zwiebel mit fleischigen Blättern, gleichsam als Compensation für die unvollkommnere Ausbildung der Laubblätter.

1431. Zu den einsamenslappigen Pflanzen gehören die Gräser (wozu die Getreidearten, Cerealien), Riedgräser oder Cyperaceen (aus *Cyperus papyrus* machten die alten Völker ihr Papier), die Rohrkolben, Arongewächse, wozu auch der *Calamus* und die bekannte Zierpflanze *Calla*, die gefäßlosen Wasserlinsen, die Grassilien, Lilien, Zeitlosen, Smilaceen, Amaryllideen, Schwertlilien, Bromeliaceen (wozu die *Ananas*), Gewürzlilien, Orchideen, Alismaceen, Najadeen, Palmen &c. In vielen dieser Familien gibt es Pflanzengebilde von wundervoller Schönheit. Bei uns haben die Blüthen einiger Orchideen Aehnlichkeit mit Spinnen, Insecten, einem Menschengesicht, auf Ceylon haben die meisten nach Emerson Tennent groteske Aehnlichkeit mit Thieren; bei einer, dem sogen. König des Waldes, sind die schwarzammtenen Blätter wie von röthlichen Goldadern durchzogen. Die Blumen der *Peristeria alata* Hook. (*Espiritu santo*, Heiliggeistblume) von Panama ähneln einer Taube und werden mit religiöser Verehrung betrachtet. Die wundervollsten, die Baumriesen schmückenden Orchideen haben Centralamerika und Java. Die herrlichen, vielgestaltigen Palmen durfte Linné wohl die *principes plantarum* nennen, und Martius konnte kaum eine edlere Familie wählen, um sich in seiner Wissenschaft ein Denkmal zu setzen. Der Stamm der einen ragt königlich empor, gekrönt von einem Strauß ungeheurer

Fieberblätter, andere verlängern ihren Kletterstamm auf 5—600'. Die Cocospalme leistet nach einem Volksliede der Hindus dem Menschen 365 verschiedene Dienste; die Elfenbeinnußpalme, *Phytolophas macrocarpa* (von Manchen zu den Pandaneen gestellt), auf den Anden Perus und Neugranadas, hat eine ungemein harte polirfähige Fruchtschale; wenn sie blüht, duftet die ganze Gegend. Von der Dattelpalme, die nach Reisel wahrscheinlich aus Arabien stammt, deren Cultur in die vorhistorische Zeit zurückreicht, und die auf sinnreiche Weise selbst in der Sahara gezogen wird, hat man allein in Aegypten über 20 Sorten. Ueberraschend schön sind die Arecapalmen, besonders *A. Catechu*, und die afrikanische Delpalme. Auf der Mauritiuspalme zwischen Amazonas und Orinoco bauen die Indianer ihre Wohnungen und nähren sich von den mehligten Früchten; das Treibholz der arktischen Meere besteht meist aus ihren Stämmen.

1432. In den Pflanzen des sechsten Kreises, den Dicotyledoneen, kommt es zur vollkommensten Blatt- und Blütenbildung und zu zwei Samenlappen. Wie hier in den Blättern viel größere Complication eintritt, nicht nur in ihrer Ausbildung als Schuppen (Niederblätter), Laubblätter, Hochblätter, Blütenhüllen, Staubblätter, Carpelle, selbst Samentknochen, sondern auch in ihrer Größe, die manchmal 20 Fuß erreicht, ferner in der Form und ebenso in der Stellung und Knospenlage, so zeigen auch die Cyklen der Blüthe größere Zahlen, vier, häufiger noch fünf und deren Verdoppelungen und Multipla, während in den Monocotyledoneen meist drei oder sechs Perigonalttheile, Staubgefäße und Staubwege vorhanden sind. — Wenn im Thierreiche die niederen Kreise viel artenreicher sind, so ist dieses im Pflanzenreiche umgekehrt, und gerade der höchste Kreis, die zweisamenlappigen Gewächse, bildet wohl die Hälfte des gesammten Pflanzenreiches und entwickelt eine überschwängliche Fülle von Schönheit und Mannigfaltigkeit. Man theilt diesen Kreis in drei Classen.

1433. In der ersten, den Apetalen, sind nur die Generationscyklen der Blüthe, Staub- und Fruchtblätter, ausgebildet, die Decken vernachlässigt, welche erst in den folgenden zwei Classen und hiemit sämtliche Cyklen der Blüthe zur harmonischen Entwicklung kommen. Zu den Apetalen gehören die Pfeffergewächse,

Platanen, Weiden, Birken, Cupuliferen (Haselstaude, Hainbuche, Buche, Kastanie, Eiche), die Walnußbäume, Nesseln, Brodfrucht-, Feigen- und Maulbeerbäume, der Muskatnußbaum, die Ulmen und Wolfsmilcharten, Knöteriche, Gänsefüße, Amaranthen, Seidelbast, Proteaceen, Lorbeerbäume, Sandelhölzer, Aristolochieen.

1434. Bei den Gamopetalen oder Monopetalen sind Kelch- und Blumenblätter je zu einem Ganzen verwachsen, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine Glockenblume, Salbei zc. betrachtet. — Unterständig ist der Fruchtknoten bei den Synanthhereen oder Compositen (wo zugleich mehr oder minder zahlreiche Blüthen in Blüthenkörbchen zusammengestellt sind, wie bei der Sonnenblume, Aster, Dahlia, Maßliebchen), Glockenblumen, Geißblattartigen, Valerianen, Dipsaceen, Poranthaceen (wozu die Mistel), Cinchonaceen (Kaffeebaum, Chinarindenbäume), Rubiaceen; oberständig bei den Heidekräutern, Primeln, Oleaceen (Oelbaum, Hartriegel, Esche, Syringe, Jasmin), Wegerichen, Winden, Flachsseiden, Nachtschatten (wozu die Kartoffelpflanze, Tabak, Wolfsliriche, Stechapfel, Bilsenkraut), Enzianen, Asclepiadeen, Raupblättrigen, Lippenblüthigen (Salbei, Lavendel, Minze, Rosmarin), Scrophularineen (Bienenmaul, Wollblume), Drobancheen.

1435. Bei den Dialypetalen, Polypetalen, der zahlreichsten Classe der Blüthenpflanzen, sind die Elemente der Decken, namentlich der Krone, getrennt, und die Blattformen erlangen die größte Mannigfaltigkeit, Feinheit und Zusammensetzung; in einer der obersten Familien bewegen sich die Blätter auf mechanischen oder Nictreiz. Hypogynisch stehen die Staubgefäße bei den Kreuzblüthigen (Kohl, Senf, Rettig), Resedaceen, Veilchen, Mohnpflanzen, Seerosen (wozu auch *Victoria regia*), Hahnenfußarten, Ampelideen (Weinrebe zc.), Sauerkllearten, Lindengewächsen, Nelkenblüthigen, Camelliaceen (wozu auch der Theestrauch), Malvenpflanzen, Storchschnäbeln, Orangengewächsen, Ahornen, Balsaminen zc. Um und über den Pistillen stehen die Staubgefäße bei den Cactuspflanzen, Grossularieen (Johannis- und Stachelbeere), Dolden, Kreuzdornen, Steinbrechen, Kürbispflanzen, Lerebintaceen, Myrtengewächsen, Granatbäumen, Rosenblüthigen (wozu auch unser Kern- und Steinobst), Hülsenpflanzen zc.

Die geographische Verbreitung der Pflanzen.

1436. Theils die großen Aenderungen in der Vertheilung von Land und Meer, mit welchen die verschiedensten Meeresströmungen gegeben waren, durch welche Pflanzen an Stellen gelangen konnten, die jetzt, wie z. B. das Innere der Continente oder großen Inseln, vom Meere abgeschnitten sind, theils die Ausbreitung der Pflanzen von ihren Schöpfungscentren aus, oder die Versekung durch Thiere und Menschen haben die gegenwärtige Vertheilung der Gewächse über die Erdoberfläche herbeigeführt.

1437. Nicht bloß isolirte Samen, Früchte, Stämme gelangen durch die Meeresströmungen nach fernen Gegenden, sondern die schrecklichen Typhons des indischen und ostasiatischen Meeres reißen ganze Wälder fort und werfen sie ins Meer, wo sie durcheinander geflochten als schwimmende Inseln mit Kräutern und Thieren zwischen ihnen an entlegene Punkte geführt werden. Auch die Flüsse verbreiten viele Pflanzen, wobei von gewissen Centralpuncten, z. B. der Alpen, namentlich der Gotthardgruppe, dieselben Pflanzenarten durch Rhein, Inn und Rhone gegen die Niederlande, nach Süßfrankreich und Oesterreich verbreitet werden. Um viele Räthsel der gegenwärtigen Pflanzenvertheilung zu lösen, müßte man auch das Strom-, Fluß- und Seensystem früherer Erdperioden kennen. — Auf dem Amazonenstrom schwimmen oft Stücke Bimsstein von den Vulkanen der Anden und gelangen in den Ocean und durch dessen Ströme nach den fernsten Gegenden, auch Pflanzenamen, Thiereier zc. transportirend.

1438. Bei der früheren gleichmäßigen Erdtemperatur und der ausgebehnteren Meeresbedeckung konnte die Pflanzenwanderung in viel ausgebehnterem Maße stattfinden als später und jetzt und die Kryptogamen konnten sich durch ihre feinen Sporen in jeder Zeit nach allen Seiten hin verbreiten. Größerer Verbreitung sind Pflanzen fähig, deren Samen längere Zeit in einem Ruhestadium oder im Wasser verharren können, ohne ihre Keimkraft einzubüßen. *Guilandina Bonduc* und *Abrus precatorius*, deren Keim sehr geschützt ist, haben sich über alle Tropenländer verbreitet. Decandolle gibt die Zahl der Pflanzen Amerikas, die

seit dessen Entdeckung sich in Europa angesiedelt haben, auf nur 38 an, während Amerika von Europa 158, von anderen Erdtheilen 8 gewonnen hat. Aus tropischen Ländern der Osthemisphäre hat Amerika 31 Arten erhalten und jener 42 mitgetheilt. Aus Amerika eingeführte Pflanzen haben sich nach Falconer vom Cap Comorin bis zum Himalayah verbreitet. England hat seine Flora von Scandinavien und Mitteleuropa, zu einem kleinen Theile von Amerika erhalten.

1439. Culturpflanzen wurden durch den Menschen in die verschiedensten Länder verbreitet und theilweise acclimatist. Der Traubenpilz, *Oidium Tuckeri*, kam 1847 von England über den Canal und breitete sich dann über die Rheinlande nach Frankreich und von da nach Italien, Syrien, Algier und Madera aus. (Gobran.) — Einwandernde Pflanzen können sich meist nur nach längerem Kampfe eine bleibende Stätte in der neuen Heimath erobern, denn alle beengen sich und entziehen sich die Nahrung; die an Kraft und Zähigkeit nachstehen, werden unterdrückt und gehen aus.

1440. Jede Pflanzenart ist nur an einem Schöpfungscentrum entstanden und hat sich von da strahlenförmig oder bei Hindernissen nur nach einer oder wenigen Richtungen stromförmig verbreitet; Enclaven von ihr in Verbreitungsbezirken anderer Arten werden durch besondere Verhältnisse herbeigeführt. Nach A. Decandolle (Sohn) ist die allgemeine Form der Verbreitungsbezirke der Pflanzenarten eine von Ost nach West gerichtete, wenig verlängerte Ellipse. Die Verbreitungsbezirke sind von verschiedenster Größe, im Durchschnitt wenigstens 16,400 Quadratmeilen groß.

1441. Der gemeine Hühnerdarm kommt über ungeheure Strecken vor, die Brunnkresse wächst auch auf den Inseln des grünen Vorgebirges und in den Bergwäldern Javas, das Farrnraut *Cryptogramma crispa* in den Felsritzen der europäischen Alpen und des Himalayah in Sikkim, der Pilz *Polyporus sanguineus* in Indien, Mauritius und Brasilien, die gemeinen Schimmelarten *Aspergillus glaucus* und *Penicillium glaucum* sogar in den Oasen von Nordafrika, manche Flechten fast auf der ganzen Erde, wie die bekannte Alpenflechte *Lecidea geogra-*

phica auch am Kintischindschanga, andere Flechten auf diesem Himalapahberge und zugleich am Cap Horn vorkommen. Keine einzige phanerogamische Pflanze kommt auf der ganzen Erde vor, eine Anzahl jedoch in beiden Halbkugeln, aber nicht zugleich am Aequator und an den Polen. — Sinegen finden sich das Moos *Bruchia vogesiaca* und die *Wulfenia carinthiaca* nur an einzelnen Punkten.

1442. Eine ziemliche Anzahl Arten finden sich zugleich auf den Pyrenäen, Alpen und Karpathen, fehlen aber in den zwischenliegenden Ländern. *Udora occidentalis* kommt in Nordamerika, Pommern, Ostindien vor, *Viscum Oxycedri* am Rhein, in Istrien, Südbungarn, Kaukasus, *Erigeron alpinus* und *Phleum alpinum* auch in den Nordpolarländern und den Faltlandsinseln, *Alisma plantago* in Europa und Neuseeland. (Hoffmann.) Man braucht auch für diese Arten kaum mehrere Schöpfungscentra anzunehmen, sondern Verbreitung in der Eiszeit oder durch Meeresströmungen, Thiere, Menschen.

1443. Nach Decandolle gibt es 117 Arten, die wenigstens über ein Drittel der festen Erdoberfläche verbreitet sind, 18 davon über die Hälfte. Unter den 117 sind 48 Wasserpflanzen, 30 Schuttpflanzen und Unkräuter, keine Gebirgs- oder Waldpflanze, kein Baum oder Strauch. 108 gehören der nördlichen kalten und gemäßigten Zone an, 9 den Tropen.

1444. Die so verschiedene Größe der Verbreitungsbezirke läßt sich aus jetzt noch wirkenden Ursachen nicht erklären. Die britischen und andere Inseln der nördlichen Halbkugel haben eine Vegetation, wesentlich jener der benachbarten Continente gleich, während Ceylon, die Sundainseln, Mauritius, Bourbon, Madagascar sehr eigenthümliche Floren haben, und doch wäre hier die Einwanderung von den Nachbarcontinenteu ebenso leicht gewesen. Süßwasserpflanzen mit ihren oft schweren, im Grunde des Wassers reisenden Samen haben weit ausgedehnte Verbreitungsbezirke, über Meere und Hochgebirge weg, was sich nur zum Theil aus dem Transport durch Vögel erklären läßt.

1445. Das Vorkommen der Arten der meisten Familien bis 90 Proc. im Durchschnitt ist auf einen oder zwei Bezirke beschränkt, die übrigen 10 Proc. sind in mehreren anderen Bezirken

zerstreut. Eine Minderzahl von Familien ist gleichmäßig über mehrere Bezirke ohne besonderes Uebergewicht des einen oder anderen verbreitet. Ein natürliches Florengebiet wird nicht sowohl durch vorherrschende Familien, sondern durch eine größere Zahl endemischer, d. h. nur hier lebender Species, charakterisirt, weshalb man z. B. Neuseeland, dem Audlands-Archipel und Campbellinsel, dann der Norfolkinsel eigene Florengebiete zuerkennen muß, weil sie, obwohl ohne charakteristische Pflanzenfamilien, eine große Zahl, nämlich die Hälfte oder mehr endemische Arten besitzen.

1446. Inseln, wenn einem Continent nicht zu nahe liegend, sind stets viel ärmer an Pflanzenarten, enthalten aber viele endemische, die also hier entstanden sein müssen, aber sich nicht weiter zu verbreiten vermochten, während die übrigen Arten von anderwärts eingewandert sind. Von 265 Pflanzenarten der Gallopagos sind 121 ihnen eigenthümlich, unter welchen (wie auch auf Juan Fernandez, St. Helena, Neuseeland) Bäume aus der Familie der Strahlenblüthigen vorkommen, welche die Wälder bilden. Neuseelands Flora bietet nach Hooker einen außerordentlichen Reichthum an Ordnungen und Sippen im Verhältniß zur Zahl der Arten, was für einen Zusammenhang mit anderen Ländergebieten in alter Zeit spricht. Die Flora Neuseelands ist ganz ungewöhnlich reich an Farrn. St. Helenas Flora ist nicht nur in den Species, sondern auch in den Sippen von der der afrikanischen Küste verschieden.

1447. Daß gewisse Inselgruppen, namentlich des stillen Oceans, wie die Gallopagos und andere, so zahlreiche endemische Arten besitzen, will man von dem hohen Alter der Vegetation dieser Inseln ableiten, und daß die Entwicklung der Formen wegen mangelnder Anregung verwandter fremder Typen und Bastardirung dieser mit den einheimischen wenig Fortgang gehabt habe. Daß oft nahe beieinander liegende Inselgruppen und Gegenden bei gleichartigem Klima so verschiedene Vegetation zeigen, wird als Beweis genommen, daß die Natur nie vermochte, gleiche, sondern nur ähnliche Pflanzenformen zu schaffen, und daß jede Pflanzenart nur von einem Individuum ausgegangen sei. (Rabsh.)

1448. Einige Familien sind über die ganze Erde verbreitet und deshalb mehr oder weniger zahlreich an Arten, so die Synan-

thereen, Gramineen, Cyperaceen, andere artenarme haben einen sehr beschränkten Bezirk, wie die Stilbaceen mit 8 Arten am Cap, die Francoaceen mit 5 in Chile, die Mangieen mit 3 in Indien und China, die Rousseaceen mit einer einzigen auf Mauritius. Die Palmen kommen in einem Gürtel um den ganzen wärmeren Theil der Erde vor, die Cacteen und Agaveen längs gewisser Meridiane. — Schouw nahm 25 natürliche Florengebiete auf der Erde an, Decandolle (Sohn) nur 13.

1449. Von den 132 Pflanzenarten des Faulhorns und den 87 im „Jardin“ des Eismeeres von Chamouny findet sich ein Drittel auch in Lappland. Hinsichtlich der Thierwelt ist das Verhältniß für den Norden ungünstiger, weil näher gegen den Pol die Zahl der Landthiere viel stärker abnimmt als die der Landpflanzen.

1450. Von Labrador zählt man 259 Pflanzenarten auf, darunter 192 mit Europa gemeinschaftliche, namentlich sämtliche Kryptogamen, von 175 Dicotyledoneen 119, von 49 Monocotyledoneen 38. Unter den 115 Arten Kamtschatkas sind 87, die auch in Europa wachsen, nämlich sämtliche Kryptogamen, von 21 Monocotyledoneen 16, von 67 Dicotyledoneen 44. Dieses Verhältniß scheint zu erweisen, daß unter ähnlichen Umständen gleiche oder ähnliche Formen entstanden sind; Andere sehen freilich den Grund in der Verbreitungsfähigkeit der Pflanzen, die bei den Kryptogamen am größten, bei den Dicotyledoneen am kleinsten ist.

1451. Gegenben unter ähnlichen Breiten der nördlichen Halbkugel haben eine ähnliche Flora, analoge Species, Sippen, Familien, wie z. B. in Nordamerika und selbst im Himalayah dem Reisenden viele an die europäischen Alpen erinnernden Formen begegnen. Viel größer ist der Unterschied zwischen entsprechenden Breiten der nördlichen und südlichen Halbkugel, aber auch auf den Alpen Südamerikas trifft man die Geschlechter der Weidenröschen, Veilchen, Wegeriche, Ginster, Feigbohnen, Ribes, Luzula, Hordeum, Phleum, obschon in anderen Arten; doch ist auf den Anden von Chile auch das bei uns so häufige Phleum alpinum sehr gemein.

1452. Wenn im Allgemeinen die Pflanzen- und Thierbevölkerung der Aequatorialzone jene der gemäßigten und kalten

Zonen bei weitem übertrifft, so gilt dieß doch nicht für alle Familien oder Sippen. Die letzteren Zonen können dem inneren Wesen gewisser Familien und Sippen mehr zusagen, und sie werden daher innerhalb ihres Bereiches in ansehnlicheren, größeren und schöneren Formen auftreten, wie z. B. die Liliaceen in den gemäßigten Zonen in Baumform, in der heißen als Sträucher und Kräuter. (Auch die Carabicingen sind in ersteren zahlreicher und ansehnlicher, die Schmetterlingssippen *Lycaena*, *Melitaea* und *Apatura* weisen in Europa schönere und größere Arten auf als z. B. im äquatorialen Amerika.)

1453. Die Monocotyledoneen verhalten sich zu den Dicotyledoneen wie 17 : 83 (Kindeley), unter den Tropen nur wie 1 : 6, so daß ihre Zahl gegen die Pole wächst und in der kalten Zone 1 : 3 ist. Auch die Kryptogamen nehmen gegen die Pole an Zahl zu, erreichen aber gegen den Aequator Baumgröße. Die Zahl der Pflanzenarten überhaupt nimmt von den Höhen gegen die Tiefen und von den Polen gegen den Aequator zu, wobei aber die Verhältnisse in Beziehung der Monocotyledoneen zu den Dicotyledoneen nach den beiden Richtungen verschieden sind, so daß nach den Höhen zu die ersteren in ein immer ungünstigeres Verhältniß zu den Dicotyledoneen treten.

1454. Die niederen Kryptogamen sind in den heißen und zugleich trockenen Gegenden am schwächsten vertreten, sehr zahlreich in den feuchteren bis in die nördlichen Polargegenden und in verticaler Richtung bis über die Schneegrenze. Die Farn erlangen ihre prachtvollste Entwicklung in den feuchteren Tropenländern, denen sämtliche Baumpfarn angehören. Das heiße trockene Aegypten hat unter 1250 Pflanzenarten kaum 30 Kryptogamen, unter welchen 10 Pilze sind.

1455. Algen finden sich fast an allen Küsten, jene des arktischen Continents ausgenommen (Hooker), wo nur mächtige, aus Diatomeen gebildete Bänke vorkommen. In gewissen Meeresgegenden sammeln sich die Algen in erstaunlicher Menge an, Flächen von vielen tausend Quadratmeilen bedeckend: es sind die „Sargassomeere“ mit ihren „Fucusbänken“, welche die Schifffahrt erschweren, und deren berühmtestes wohl das im atlantischen Ocean von den Canarien bis zu den Bermudas reichende, wesent-

lich vom Deerentang, *Sargassum hacciferum*, gebildete ist, welches Columbus' Mannschaft mit dem Glauben täuschte, westliches Land erreicht zu haben. Die größte Reihe von Fucusbänken reicht von den Falklandsinseln bis gegen den Meridian der Westküste Neuholands; kleinere finden sich in verschiedenen Meeren. Eine gelbe Alge färbt das gelbe Meer am Ausfluß des Hoangho, eine rothe das rothe Meer.

1456. Man glaubte früher, die grünen, rothen und braunen Farben der Meeralgcn seien an ebenso verschiedene Tiefenregionen mit bestimmter Abstufung des Lichtes gebunden, was jedoch nicht der Fall ist, indem in den verschiedenen Tiefen dieselben Farben sich mischen. Rothe Algen erscheinen oft in ihren über das Wasser ragenden Theilen grün. Eher findet ein Unterschied nach der Breite statt, indem in den wärmeren Zonen die rothen, in den kälteren die braunen Algen vorherrschen. In Cuyana fand man in neuester Zeit Florideen in Gebirgsbächen. — Die Meervegetation besteht fast ganz aus Algen und äußerst sparsamen Blütenpflanzen. Westindische Meerphanerogamen sind: 1) *Thalassia testudinum* König, 2) *Halodule? Wrightii* Aschs., 3) *Cymodocea (Physoschoenus) manatorum* Aschs., 4) *C. isoetifolia* Aschs., wächst im indischen Ocean, 5) *Halophila stipulacea* Aschs. und *H. ovalis* R. Brown im rothen Meere. *)

*) Sitzungsber. der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin v. 1866.

1457. In manchen Ländern stoßen verschiedene Florengebiete zusammen, und es entstehen eigenthümliche Mischungen der Vegetation. So z. B. in Mexico und auf den indischen Inseln, auf deren Gebirgen sich Formen der nördlichen und südlichen gemäßigten Zone mischen. Auf Sumatra bildet *Pinus Merkuzii* Wälder wie unsere europäischen Nadelhölzer, und zugleich tritt mit ihr *Casuarina sumatrana* auf, die an Neuholand erinnert.

1458. Die Regionen der verticalen Verbreitung sind selbstverständlich um so zahlreicher, je näher die Gebirge am Aequator liegen und je höher sie sind. In Mexico, in Peru gelangt man in zwei bis drei Tagereisen durch die sämmtlichen acht Regionen, welche man annimmt, von jenen der Palmen und Bananen, der Farnnbäume und Feigen hinauf zu den Alpensträuchern und Alpenkräutern. Am Pic de Tephe fehlen schon die zwei

unteren Regionen, in den Alpen auch die der Myrten und Lorbeeren und der immergrünen Laubbölzer, so daß nur die vier der zartblättrigen Laubbölzer, Nadelbölzer, Alpensträucher und Alpenkräuter bleiben, und auf den nordischen Gebirgen nur noch die letzten drei. In Abyssinien kommt man in einer Tagereise von Alpentristen auf Zuckerrohrpflanzungen, von Wachholder und Haibekrant zu Baumwolle und Kaffee. (Roth.) Die Brüder Schlagintweit fanden die höchsten Phanerogamen in den Alpen bei der Vincentpyramide 12,546', im Himalayah in 17,500' beim Janki-Paß; die höchsten Phanerogamen auf der Erde überhaupt in Tibet, an den Nordostabhängen des Ibi Gamin-Passes, 19,809' über dem Meere. *Saxifraga Boussingaultii* kommt noch über der Schneelinie des Chimborazo vor.

1459. Auf den höchsten Bergen Javas über der Wolkengrenze hat man Äpfel, Birnen, Kirscheln, Pflaumen gepflanzt — aber Jungbuhn glaubt, sie würden so wenig gedeihen als der Thee, weil sie nicht bloß eine ähnliche Mitteltemperatur, wie sie hier und in Europa besteht, nöthig haben, sondern einen Wechsel der Jahreszeiten (der hier nicht stattfindet) und damit eine jährliche Unterbrechung oder Verzögerung im Gäftelauf.

1460. Alle Florengebiete haben ihre eigenthümliche Composition, ihre bestimmten Charakterzüge; am fremdartigsten dürfte uns Neuhollands Flora berühren. Die meisten Blumen Australiens sind geruchlos, dafür duften aber die Blätter vieler Myrtaceen beim Absterben; die Bäume und Sträucher haben meist leberartige, senkrecht stehende, nicht abfallende Blätter, wechseln hingegen die Rinde. Die gewöhnlichsten Waldbäume sind die zahlreichen Eucalyptusarten, sogen. Gummibäume, welche eine schlechte Sorte Gummi, zum Theil auch Manna ausschwitzen. Der australische Pfirsichbaum, *Exocarpus*, trägt eine Frucht, die außen den Stein und innen das Fleisch hat. Die Proteaceen hat Neuholland mit Südafrika gemein, statt der Ericaceen aber die Epacrideen. Nadelbölzer fehlen fast ganz, aber die Blätter der Laubbölzer nähern sich der Nadelform, daher sind die Wälder starr, ohne erquickenden Schatten. Der Wechsel der Jahreszeiten ist gering; viele Gegenden erscheinen eintönig und leblos. In Australien hat man in neuester Zeit eine *Adansonia* gefunden

also einen Baum aus einer der höchsten Familien. Es kommen dort an Pflanzen gewisse Hemmungsbildungen normal und bleibend vor, z. B. an Acacien, deren Phylllobien nichts anderes sind als verflachte Blattstiele, dann an Chorizemen, die statt der gefiederten einfache leberartige Blätter haben, und am merkwürdigen Farnkraut *Acrostichum alaicorne*, mit nur wenig gespaltenem Wedel, ganz einfacher Fruchtbildung und dem bleibenden Vorkeim an der ausgebildeten Pflanze. (Reichenbach.)

1461. Gewisse Gegenden erschrecken durch die traurigste Debe und Pflanzenarmuth. In einem großen Strich des Feuerlandes nordwestwärts vom Cap Horn fand Forster kaum eine Spur von Vegetation: einige flache felsige Holmen mit Moosrasen, hier und da eine Art Sellerie, *Apium decumbens*, an den tiefsten Stellen oder geschützten Klüften niedriges Gesträuch, nur selten einen Baum. Alle höheren Gegenden waren schwarzer, pflanzenloser Fels.

VI. Das Reich der Thiere.

Allgemeine morphologische Betrachtungen.

1462. Die Gestalten der Thiere sind der physognomische Ausdruck ihres inneren Wesens und Naturells, ihrer Sitten und Lebensweise, sind demnach schön oder greulich, ansprechend oder abschreckend, harmonisch oder grotesk. Die Form mancher Säugethiere und Vögel, und sehr vieler Fische ist abenteuerlich oder komisch, und die Gestalten mancher Reptilien erinnern an die Drachen und Ungeheuer des Mittelalters. Daß die Thiergestalten überhaupt unser ästhetisches Gefühl afficiren können, zeigt, daß bei ihrer Hervorbringung ein der menschlichen Schöpferkraft vergleichbares Princip thätig war.

1463. Von geometrischen Formen unterscheidet man unregelmäßige, radiale, seitlich symmetrische; letztere ist die eigentliche Grundform der Thiere und kommt auch den Larven der Strahlthiere zu, wo sie durch die später sich entwickelnde, radiale nur überdeckt, maskirt wird. Bei den Protozoen läßt sich der Leib nach keiner Richtung in 2 oder mehr einander gleiche Abtheilungen trennen, bei den Strahlthieren setzt er sich aus 3, 4 oder 5 gleichgebauten, um ein Centrum liegenden Abtheilungen zusammen, bei den Weichthieren sind die rechte und linke Abtheilung mehr oder minder ungleichseitig, bei den Gliedertieren und Kopftieren sind die beiden an den Seiten der Längsaxe liegenden Abtheilungen mehr oder minder gleichgebildet. Schon bei den Rippenquallen und den höheren Stachelhäutern sind die einzelnen Körperabschnitte nicht mehr ganz gleichartig und gleich-

wertig, nehmen verschiedene morphologische Beschaffenheit an, wodurch eine Annäherung an den bilateralen Typus herbeigeführt wird.

1464. Bei der seitlich symmetrischen Anordnung können die einzelnen Körperabschnitte homolog sein, wie bei den Würmern und Insectenlarven, oder heterolog, wie bei den vollkommenen Insecten, wo es zu einer Gruppierung in Kopf, Brust und Bauch kommt. In den Kopf gruppieren sich in der Regel die localisirten Sinnesorgane, doch gibt es Ausnahmen, wie z. B. die Augen bei den Muscheln am Mantelrande stehen, die Augen an weit vom Hirn entfernten Körpertheilen mancher Ringelwürmer; der Krebs *Euphausia* hat einfache oder Nebenaugen an den Kiefern und zwischen den Abdominalfüßen.

1465. Wenn von einem Gesichtspuncte aus der Kopf als höhere Wiederholung des Rumpfleibes erscheint, so kann man von einem anderen aus sagen, der Rumpfleib sei eine niedrigere Wiederholung des Kopfleibes, das Rückenmark, das Rückgrat eine solche des Hirns und Schädels. Der Rumpf trägt nicht bloß den Kopf, sondern er folgt ihm auch nach, wird von ihm bestimmt und beherrscht. Daß der Kopf eine potenzierte Wiederholung des Rumpfes ist, erweist sich dadurch, daß an beiden ähnliche periphere Organe sich entwickeln; die Hinterleibs- und Genitalanhänge der Insecten sind oft ihren Mundtheilen und Fühlern sehr ähnlich. Die Zunge hat man wohl mit dem Geschlechtsglied verglichen; dieses wunderbare Organ vereinigt in sich die verschiedensten Bedeutungen: es ist zugleich Tast- und Geschmacksorgan, in letzterer Bedeutung den Wollustorganen ähnlich, dient als Schlingorgan dem Ernährungssystem und als Sprachorgan dem Geiste, ist gleichsam ein geistiges Zeugungsglied. Der Wollustsinn, eine eigenthümliche Modification des Fühlsinnes, tritt in Beziehung zur Gattungsfuction. Der Gehirnmundpol, sagt Viréy, ist anziehend, der Geschlechtsasterpol abstoßend, ersterer erhält das Individuum, letzterer die Gattung.

1466. Am Kopfe entspricht das Gesicht der Vorder- (bei den Thieren der Unter-) Seite des Rumpfes, die Nase der Brust, der Mund dem Nabel (durch welchen die erste Nahrung aufgenommen wird), die Kiefer den Ober- und Unterkiebern, die

Zähne den Fingern und Nägeln. Der Kopfleib verhält sich wesentlich aufnehmend, der Rumpfleib aufnehmend und ausscheidend zugleich, hat daher mehrere Ausgänge: Harnröhrenöffnung, After, Geschlechtsmündungen; Oeffnung von Mund und Nase sind durch den Gaumen, Harnöffnung, Geschlechts- und Darmöffnung durch den Damm geschieden. An allen Oeffnungen schlägt sich die Oberhaut nach innen um, wird zur Schleimhaut und bildet zahlreiche Systeme immer feiner vertheilter Schläuche und Blasen: Athem-, Harn-, Geschlechtsorgane, Drüsen aller Art. In den Brustdrüsen hingegen stülpt sich die Schleimhaut nach außen.

1467. Sehr häufig wird die Brustregion Sitz der Athmungsorgane und der Centraltheile des Gefäßsystems, der Bauch Sitz der Verdauungs- und hauptsächlichsten Absonderungsorgane, die der Zeugung mit inbegriffen. — Wo keine solche Trennung da ist, findet sich doch jedem organischen Apparat seine bestimmte Stelle angewiesen: Bei den Emlenteraten entstehen z. B. Ei- und Samenzellen an bestimmten Stellen der Körperwand. Das Centralorgan der Brust ist das Herz, welches bestimmend für den ganzen Organismus wird, wie das Gehirn. Die Lungen stehen zum Herzen etwa im Verhältniß, wie die Sinnesorgane zum Gehirn; die zum Körper gehenden Gefäße können mit Rückenmark und Nerven verglichen werden, die zu den Lungen gehenden mit den Sinnesnerven. Wie das Gehirn mit seinen Nerven den ganzen Leib durchbringt, so das Herz mit seinen Gefäßen. Der Bauch mit seinem Haut- und Drüsen-system ist der Hauptzeuger und Behälter des weißen Blutes, des Chylus und der Lymphe, die Brust mit Herz und Lungen des rothen Blutes, der Kopf des Nervenäthers.

1468. Die articulirten Glieder erscheinen immer als Anhänge des Skelets, bei den Gliederthieren des Hautskelets, bei den Wirbelthieren des Nervenskelets.

Elementartheile und Gewebe.

1469. Der Thierleib setzt sich wie jener der Pflanzen aus einer mehr oder minder großen Zahl von Elementartheilen zu-

sammen; nur wenig Thiere bestehen aus einer einzigen Zelle. Wegen der größeren Zahl und Differenz der Functionen sind die thierischen Elementartheile viel verschiedener als die pflanzlichen, erscheinen bald als einfache oder verzweigte Bläschen und Röhren oder als Fasern und Plättchen, und ihre Membran ist meist weich und elastisch. Zwischen den Zellen liegt fast immer Interzellularstoff. Structurlose Membranen scheinen aus verschmolzenen Zellen mit schwindenden Wänden gebildet. Oberhaut, Nägel, Hufe, Hörner, Fischbein, überhaupt die Horngewebe bestehen aus vertrockneten kernhaltigen Zellen. Gewisse thierische Zellen, z. B. die Anorpelzellen und die der Rückensaite, gleichen durch ihre Umlapfelung den Pflanzenzellen.

1470. Den histologischen Grundbau des Körpers formiren die Gewebe der Bindefsubstanz, in deren Interstitien sich das Urlebendige, die Proteinkörper einlagern; sie sind die Grundlage aller Häute und Drüsen, des Skeletes, der Bänder und Sehnen. In den Räumen zwischen den Bindefsubstanzgeweben und auf deren Flächen bestehen die selbständig gebliebenen Zellen: Blut- und Lymphkörperchen, Fettzellen, Arystalllinse, Zellen der Oberhaut und der Epithelien, und die Elementartheile mit höheren Lebenskräften, nämlich jene der Muskeln und Nerven. Die Gewebe der Bindefsubstanz können durch Aufnahme von Kalksalzen verknöchern; die selbständig gebliebenen Zellen vermehren sich durch Theilung. Glatte Muskelfasern entstehen durch Auswachsen von Zellen nach zwei Richtungen, quergestreifte durch Verschmelzung von Zellenreihen; Bindefsubstanz umhüllt die Bündel beider Arten. Nervenzellen und Molecularsubstanz bilden die Hauptmasse der grauen Massen der Centralnervenorgane und sind entweder isolirt oder laufen in die Nervenfasern aus, die aus Hülle, Mark und Axencylinder bestehen oder marklos sind. Die Elementartheile und Gewebe erfahren beständige Zerstörung und Neubildung; Gruppen von Zellen gehen unter und liefern in Verbindung mit der allgemeinen Bildungsflüssigkeit das Material für neue Zellen.

Organe und Apparate.

1471. Bei allen nur etwas complicirteren Thieren können die Lebensfunctionen nicht durch die bloßen Molecularkräfte der einfachen Elemente vollzogen werden, sondern es kommt zu Vorrichtungen, unseren Werkzeugen und Maschinen vergleichbar, welche Druck, Zug und Stoß, Hebung und Spannung, Auflösung und Mischung, mechanische und dynamische Bewegung vollziehen. Die Differenzirung der Organe ist eine Arbeitstheilung innerhalb des Organismus, und dieser ist um so complicirter, je vielseitiger seine Bestimmung ist. Thierisches Leben in seiner einfachsten Form ist möglich selbst durch eine einzige oder nur wenige Zellen, welchen dann die Fähigkeit gegeben ist, alle Hauptfunctionen auszuüben. Die einfachen thierischen Organismen unterscheiden sich also nicht sowohl durch die Complication ihres Baues von den einfachsten pflanzlichen, als vielmehr durch die Potenzirung ihres Wesens, wie diese schon in ihrer materiellen Substanz sich kundgibt, die im Gegensatz zur Ruhe und Gefühllosigkeit der Pflanze zur Bewegung und Empfindung geeignet ist.

1472. Scheinbar entgegengesetzte Bestimmungen: organische Differenzirung und dynamische Einheit machen sich zugleich geltend; je weiter fortgeschritten die Differenzirung, desto energischer und durchgreifender die Zusammenfassung zur Einheit in den höheren Thieren, während in den niederen wie die Gliederung minder reich, so die Zusammenfassung laxer ist. Letztere wird aber herbeigeführt durch unendliche Verschlingung und Durchdringung der zwei Hauptsysteme des Thieres, des Nervensystems und Blutsystems, und durch Ineinandergreifen und Balanciren auch der contrabictorischen Functionen.

1473. Bei niederen Thieren besteht ein Organ oft nur aus einer Anzahl bestimmter Elementartheile, bei höheren aus mehreren Arten von Geweben; in beiden Fällen hat es eine constante Form. Niedere Organe höherer Thiere können so einfach sein, wie Organe niederer Thiere. Ein Complex mehrerer Organe, die sich zu einer gemeinschaftlichen Function vereinigen, heißt *Apparat*, wohl auch *System*. Die Organe und Apparate sind

Ausdruck der explicirten Momente und Bestimmungen der Idee des Thieres. Sie dienen entweder dem Individuum oder der Art, und erstere vermitteln demnach die leiblichen Bildungsprocesse: Ernährung, Athmung, Saftbewegung z., oder wie das Seelen-, Sinnen- und Bewegungsleben den Verkehr mit der Welt. Die Zeugungs- und Entwicklungsorgane aber wirken für die Erhaltung der Art. Sie und diejenigen, welche das individuelle Bildungsleben vermitteln, bestehen aus Hautgebilden in der Form von Röhren, Schläuchen, Taschen, Blasen, welche Flüssigkeiten absondern und aufnehmen. Die activen Bewegungsorgane, Muskeln, sind aus Fasern gebildet, die passiven und Stützorgane, Knochen, treten als Wirbel, Schädelkapseln, Klappen, Panzer auf. Die Nerven-elemente sind Zellen und Fasern, die sich zu Strängen und Knoten verbinden, die Sinnesorgane sind wesentlich membranöse Ausbreitungen von Nerven mit vorliegenden besonders gearteten Zellenmassen und specifischen Apparaten. — Mancherlei Organe sind durch zellgewebige Umhüllungen sicher verpackt und werden theilweise wieder durch brückenartige Verbindungen derselben mit anderen in Zusammenhang gebracht.

1474. Von der höchsten Ausbildung eines Organs bis zur leisesten Andeutung finden sich alle Zwischenstufen; bei niederen Thieren fehlen z. B. die brechenden Medien des Auges, es sind nur Pigmentpunkte — mit oder ohne Nerven — da, als Gehörorgan nur mit Flüssigkeiten und einigen Steinkörnern gefüllte Bläschen z. Die Apparate erhalten bei größerer Vervollkommenung Centralorgane: Magen, Herz, Hirn. Manche Organe sind in einem Geschlechte mehr ausgebildet, als im anderen, in welchem sie sich, wie man gesagt hat, mehr nur „figurirend“ verhalten; hieher gehören die Brustdrüsen im männlichen und theilweise die Clitoris im weiblichen Geschlechte. Die merkwürdigsten Gestaltänderungen entstehen oft durch enorme Vergrößerung eines Theiles; das Schildchen der Schilbwanzen wird zur Decke über den ganzen Rücken sammt den Flügeln, der Rückenschild der Krebse besteht hauptsächlich aus dem ungeheuer vergrößerten Rückenstück eines der Kopfringe z.

1475. Bei gewissen wechselnden Lebensbedürfnissen kommt es zu einer ungewöhnlichen Duplicität der Apparate, wie sich

z. B. bei den Dipnois unter den Fischen, bei der Schnecke *Amphipallaria* neben den Kiemen auch Lungen ausbilden, weil diese Thiere in Localitäten leben, die bald trocken, bald unter Wasser sind. Mit einer Modification in der Lebensweise modificiren sich die Organe, wie z. B. die Athmungsorgane der Landkrabben zur Lufthatmung dienen.

1476. Die Abänderungen, welche einzelne Theile einer Gruppe, z. B. die Schädelknochen der Kopfthiere oder die Mundtheile der Insecten erfahren, sind oft so groß, daß man nur durch Zurückgehen auf den allgemeinen Grundplan ihre wahre Bedeutung erkennen kann. (Geoffroy's Conneziionsgesetz oder Gesetz der festen Beziehungen.) So verschieden die Mundtheile eines kauenden und eines saugenden Insects sein mögen, so lassen sie sich doch parallelisiren. Aber dieses Gesetz gilt nur für Thiere desselben, nicht verschiedener Kreise.

1477. Bei den paarigen, symmetrischen Organen muß jeder Theil eines Organs der rechten oder linken Seite die gleiche Beziehung, Lage und Entfernung zur gemeinschaftlichen Ebene der Organe beider Seiten haben, daher z. B. ein linker Flügel, obgleich im Wesen dem rechten gleich, die umgekehrte Lage annehmen; seine Schwungfedern werden die breitere Seite rechts am Schafte tragen, die des rechten Flügels links; das rechte Horn einer Antilope wird rechts, das linke links gewunden sein. Auch die in der Mittellinie des Körpers liegenden Organe lassen eine Zusammensetzung aus zwei seitlichen Hälften erkennen, so Nase, Mund, Brustbein, Harnröhre, Pflugchar, Hirnsichel. Meistens überwiegen die Organe der rechten Seite etwas, sind mehr ausgebildet und haben freiere Bewegung als die der linken.

1478. Das Princip, nach welchem Cuvier aus der Beschaffenheit eines einzelnen thierischen Theiles, beziehungsweise des Skelets, auf das Ganze schloß, zu dem alle Theile übereinstimmen, hat man Princip der Correlation genannt. Nach demselben müssen Aenderungen in einem Organ oder System auch Aenderungen in anderen hervorrufen, und es kann z. B. der Fuß eines Wiederkäuers nicht mit den Eckzähnen eines Raubthieres, das Gebiß eines Delfhins nicht mit der Hand eines Affen verbunden sein. Dieses Gesetz gestattet deshalb nicht bloß von einem Theil auf

den andern, sondern auch auf das Ganze zu schließen, weil Alles Explication einer Grundidee, Alles aus einem Guffe ist.

1479. Formen pflanzlicher Organe wiederholen sich im Thierleibe; die Drüsen bilden Pilz- und Algenformen nach, die Gefäße und Nerven die Verästelung des Pflanzenstammes, Lungen und Kiemen die Blätter, die Tracheen des Insectenleibes die Spiralgefäße; Haare, Warzen, Stacheln sind dem Thier- und Pflanzenleibe gemeinsam. Analogieen solcher Art, zu weit geführt, werden aber spielend und falsch, so wenn Schulz v. Schulzenstein die Arme von Loligo den Lippenblumen vergleicht, wo die sechs oberen eine Oberlippe, die vier unteren eine Unterlippe bilden sollen, oder wenn von einer gestielten pluteusförmigen Seeigellarbe gesagt wird, der Körper bilde auf dem Stiele einen zweilippigen Mantel um Mund, Magen und Darm.

1480. Gleichnamige Organe verschiedener Thiere können sehr ungleichen Werth haben; die Lunge eines Reptils oder Lurches hat nicht den absoluten Werth einer Vogel- oder Säugethierlunge. In einem Thiere ist ferner ein Organ auf ein Minimum herab gesunken, von geringer Bedeutung für die Oekonomie des Ganzen, in einem zweiten zu höchster Ausbildung gelangt, oft unter Verkümmerung oder Verdrängung anderer, — und maßgebend für sein Leben. Wollte man den Werth der Organe durch Zahlen ausdrücken, so würde man für jeden thierischen Organismus eine andere Formel erhalten.

1481. Eine niedrigere Art, den Leib eines Thieres zu vergrößern und zu compliciren, ist die Vervielfachung homologer Organe oder Körperabtheilungen, wie z. B. der Körperringe, Füße und Fußstummeln bei den Myriapoden und Anneliden; eine höhere tritt ein, wenn homologe Theile miteinander zu einem bedeutungsvollern Complexe verschmelzen, wie z. B. die Brustringe der Insecten zum Thorax, die Ganglien zum Hirn, welche Verschmelzung dadurch herbeigeführt wird, daß die homologen Organe heterolog wurden und z. B. die verwandteren sich zum Thorax oder Bauch vereinigten.

1482. In den Kopftieren entwickeln sich am Rumpfe nur vier Glieder, weil der ganze Rumpf wesentlich nur zwei Regionen darbietet: Brust- und Bauchregion, in den Gliedertieren, wo

der Körper in eine Anzahl homologer und heterologer Ringe zerfällt, erscheint eine bestimmte Zahl diesen entsprechender Glieder, in den Bauchthieren, wo der Rumpf den gemeinschaftlichen Sack für alle Eingeweide darstellt, fehlt mit der Unterdrückung der peripherischen Entwicklung wahre Gliederbildung. Im Ganzen und Großen finden wir im Körper der Kopfthiere zu innerst Systeme häutiger Röhren und Blasen, in der Mitte die Knochen, um diese die Muskeln, zu äußerst die Haut. Bei den Gliederthieren wird die Haut zugleich zum Skelet und bei den Mollusken entwickeln sich aus ihr Kalkschalen.

1483. Constante verhärtete Theile des Thierleibes von bestimmter Form und Bildung, oft zu einem Ganzen verbunden, gehören zum Begriff des Skelets, worunter man früher nur das innere Knochengerüste verstand, welchen jedoch Oken und Carus naturgemäß erweitert und Hautskelet, Eingeweideskelet und Nervenskelet unterschieden haben. Das Skelet kann zur Umhüllung und Beschützung des ganzen Körpers oder einzelner Organe dienen, und es kann als passives Bewegungsorgan räumliche Veränderungen des ganzen Thierkörpers oder einzelner Theile vermitteln, manchmal vereinigt es beide Functionen. In niederen Thierkreisen wird zum Skelet hauptsächlich kohlen-saurer Kalk und Chitin, im obersten phosphorsaurer Kalk verwendet.

1484. Schon bei manchen Infusorien findet sich ein Hautpanzer, manchmal ein fischreusenförmiger Apparat am Munde, bei den Cölenteraten Hautskelete aus kohlen-saurem Kalk (Korallenstöcke) oder Knorpelscheiben, bei den Echinodermen eine sehr complicirte Schale, Wirbelsäulen ähnliche Bildungen im Innern, wundersame Gebisse, bei den Würmern Kalkröhren, Haken am Munde zur Befestigung aus Chitin, bei den Gliederthieren ein vollständiges gegliedertes Hautskelet aus kohlen-saurem Kalk oder Chitin, mit mancherlei Fortsätzen nach innen, welche bestimmte Organe umschließen und beschützen.

1485. Die Ringe des Hautskelets der Gliederthiere bestehen aus einer Rückenplatte, Bauchplatte, zwei Rückenseitenplatten, zwei Bauchseitenplatten, zwei Rückenanhängen, zwei Bauchanhängen; nicht immer sind alle diese Theile vorhanden, sondern können verkümmern; auch entwickeln sich manche auffallend und die Anhänge

werden zu den verschiedensten Organen (Fühlern, Augen, Kiefern, Beinen, Klammerorganen, Aftergängen und Spitzen, Hilfsorganen der Geschlechtsfunction). Die Flügel hingegen stehen ganz isolirt; man kann sie nicht Rückenglieder nennen, auch nicht den Kiemen der Krebse vergleichen. Die Ringe gruppiren sich zum Vorderkopf (wozu vordere Fühler und zusammengesetzte Augen, die bei den höheren Krebsen wirklich durch Stiele beweglich sind), Hinterkopf (mit hinteren Fühlern, Ober- und Unterkiefern), Brust, immer aus drei Ringen bestehend, mit Beinen, Bauch und Hinterbauch (dieser nur bei einem Theil der Arachniden und den meisten Crustaceen entwickelt). Vom Hautskelet der Arthropoden ragen brücken- oder gabelförmige Fortsätze in die Rumpfhöhle und dienen zur Beschützung oder Anheftung von Muskeln, Bauchmark u. Bei den Crustaceen lagern sich im Chitin oft auch Kalksalze ab; dasselbe wird von einer aus polygonalen Zellen gebildeten zarten Haut ausgeschieden.

1486. Bei den Weichthieren erstarrt die Haut nie zu einem Panzer, sondern folgt nebst ihrer Duplicatur, dem Mantel, indem ihre Lederhaut mit der Muskelschicht innig verbunden ist, allen Formänderungen des Körpers. Entwickeln sich Kalkschalen, so hängen sie nur an einzelnen Stellen dem Leibe an; ihre so außerordentlich verschiedenen Gestalten sind durch die Form des Mantels bedingt. Im äußeren Mantel der Tunicaten, welchen man der Kalkschale der anderen Mollusken verglichen hat, findet sich die Cellulose nicht wie bei den Pflanzen in der Zellmembran, sondern als Interellularstoff; der darunter liegende innere eigentliche Mantel ist zarter, manchmal durchsichtig und entspricht dem gewöhnlichen Mantel. Bei den Brhozoen ist das Hautskelet aus horniger oder kalkiger Substanz gebildet. Ihrer Grundbedeutung nach ist die Schnecken- oder Schneckenschale ein Deckel der Athmungsorgane, seien es Lungen oder Kiemen, entwickelt sich aber bei den meisten zu einem Hause für den ganzen Leib. Viele im ausgebildeten Zustand schalenlose Schnecken, besonders Nacktschnecken, haben als Embryonen und Larven ein Gehäuse.

1487. Bei den Wirbel- oder Kopfthieren entwickelt sich ein inneres gegliedertes Skelet, welches man, weil seine Centraltheile die Hauptorgane des Nervensystems umschließen, Nervenskelet genannt

hat, welcher Name freilich seinen Begriff nur theilweise ausdrückt. Das constituirende Element dieses Skelets ist der Wirbel, das Ganze ein Bau, aus Wirbeln aufgeführt. Die Haupttheile sind Schädel und Wirbelsäule, an welche sich mancherlei andere Knochenbildungen anfügen: Schulterknochen, Beckenknochen, Rippen, so wie mancherlei nicht immer vorkommende Neben- und Zwischenknochen.

1488. Bei *Amphioxus*, den *Cyclostomen*, *Stören*, bei *Polyodon*, *Chimaera*, *Lepidosiren* kommen noch keine wahren Wirbel vor; diese entwickeln sich erst bei den *Plagiostomen* und Knochenfischen; nur einige Haie haben noch eine bleibende Rückensaite. Nach H. v. Meyer scheint diese auch bei *Archegosaurus* aus der Steinkohlenperiode persistirt zu haben und vertrat die Wirbelskörper, während die Bogen verknöcherten. Fischartige Wirbel, hinten und vorne concav, haben noch die Lacinien und Fischmolche; die Salamander und Froschartigen schon nicht mehr. Von hier an aufwärts haben die Wirbel wesentlich die beim Menschen vorkommende Form.

1489. Der erste, welcher Schädel und Wirbelsäule auf die gleiche Grundgestalt zurückführen wollte, war J. P. Frank, welchem Oken, Götze, Carus u. A. folgten. Später wurde die Entwicklungsgeschichte und Histologie zur Aufklärung dieses Verhältnisses beigezogen. Bei den *Cyclostomen* erweist sich die knorpelige Schädelkapsel mit den Gehörkapseln und Gesichtsknorpeln als unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarksröhres und an sie schließt sich vorne die Nasenkapsel an. Bei den *Cyclostomen* und bei *Lepidosiren* reicht die *chorda dorsalis* noch bis in die Schädelbasis, bei den *Plagiostomen* und der Seeläse, wo dieses nicht mehr der Fall ist, erweist sich der Schädel doch noch als geschlossene, nicht in Stücke zerfallende Knorpelkapsel. Wie das knorpelige Rückenmarksröhr in den höheren Kopftieren zum in Wirbel gegliederten Rückgrat wird, so die Knorpelkapsel, der Primordialschädel, zu dem von einzelnen Knochenstücken gebildeten Schädel. Die Hüllmembranen des Gehirns erweisen sich bei allen Kopftieren als Fortsetzungen der Rückenmarkshüllen.

1490. Neuere Untersuchungen scheinen zu erweisen, daß die frühere Annahme, nach welcher alle Schädelknochen nach Art der

Wirbel aus dem korpeligen Primordialschädel entstehen, unhaltbar und daß vielmehr der knöcherne Schädel mit der dura mater eine Neubildung ist, ja daß sogar an der Wirbelsäule Knochengebilde entstehen, die nie als Knorpel vorhanden waren (so die Dornfortsätze an den Rückenwirbeln des Hechtes und Lachses nach Stannius). Die Knorpelsubstanz bildet sich nämlich nach H. Müller wieder zurück und verschwindet durch Aufsaugung, und die Knochen sind eine neue aus einer dem Bindegewebe ähnlichen Substanz hervorgehende Bildung, so daß im Kreise der Kopftiere drei Stufen des Skelets vorkommen, ein primäres, durch die Rückenlaute, ein secundäres, durch den Knorpel, und ein tertiäres, durch den Knochen repräsentirt. (Vergmann.)

1491. Am Schädel der vollkommeneren Wirbelthiere lassen sich wenigstens drei Wirbel nachweisen, deren hinterster durch das Hinterhauptbein dargestellt wird, dessen Seitentheile dem Bogen, dessen Schuppe dem Dornfortsatz entspricht, ein mittlerer, dessen Körper der hintere Theil des Keilbeins wäre, dessen Bogen die großen Keilbeinflügel, dessen Dornfortsatz die ossa parietalia bildeten, und ein vorderer, dessen Körper der Vordertheil des Keilbeins, der Bogen die kleinen Keilbeinflügel, der Dornfortsatz die Stirnbeine wären. Das Kiechbein, welches die Schädelhöhle vorne schließt, muß vielleicht als Körper eines vierten Wirbels betrachtet werden; Nasenbeine, Gaumenknochen und Zwischenkieferknochen sind von diesen Wirbeln ganz unabhängige Gebilde, Felsenbein und Schuppe des Schläfenbeines mit dem Zügtheil bilden sich als Schalkknochen zwischen den Schädelwirbeln. Die noch übrigen Schädelknochen entstehen von den sogen. Visceralbogen des Embryos aus, welchen am Kumpfe die Rippenknochen analog sind, wonach Zungenbein, Gehörknöchelchen, Meckel'scher Knorpel, Gaumen- und Flügelbein, die Kiefer und das Hochbein als Schädelrippen zu betrachten wären und eine Parallelisirung besonders der Kiefer mit den Kumpfgliedern unzulässig wäre.

1492. Der Schädel ist nicht bloß, wie das Rückgrat für das Rückenmark, Kapsel des Gehirnes, sondern nimmt auch die vier höheren Sinnesorgane auf, wodurch ein anderes Verhältniß entsteht. Nach Carus gliedert sich das Hirn wesentlich in kleines Hirn, Sehhügel und große Halbkugeln, denen drei Wirbel ent-

sprechen, ersterem das Hinterhaupt, der Sehhügelpartie die hintere Keilbeinhälfte und die Scheitelbeine, den Halbkugeln die vordere Keilbeinhälfte und die Stirnbeine. Beim überwiegenden Wachsthum der großen Halbkugeln komme es jedoch dazu, daß der Vorderhauptwirbel zwar bloß Hemisphärenmasse, Mittel- und Hinterhauptwirbel aber neben Sehhügeln und kleinem Gehirn noch zugleich die mittlere und hintere Abtheilung der die übrige Hirnmasse überwachsenden Halbkugeln enthalten.

1493. Das Brustbein hat man wohl als eine vordere Wirbelsäule betrachten wollen; es bildet mit den Brustwirbeln und einem Theil der Rippen den Brustkasten, der die Lungen und das Herz umschließt. Schulterblätter und Schlüsselbeine bilden einen Knochengürtel zwischen Hals und Brust, der wesentlich zur Befestigung der Vorderglieder dient; Darm-, Sitz- und Schambeine stellen einen unteren Knochengürtel dar, welcher außer anderen Organen die Nieren und Eierstöcke umschließt. Rippen können an den verschiedensten Wirbeln vorkommen; bei Fischen, Schlangen und sonst finden sich Rippen oder Rudimente solcher an den Halswirbeln; an den Lendenwirbeln kommen Rippenrudimente vor beim Bären, Lemur Mongoz, den Protopiden. Die Glieder werden ebenfalls als aus Wirbeln zusammengesetzt angesehen.

1494. Skelettbildungen, dem Eingeweideskelet angehörig, sind z. B. die Kiembogen, die Knorpel des Kehlkopfes und der Luftröhre, das Zungenbein, die Zähne, die Knochen im Herzen der Wiederkäuher, im männlichen Glied mancher Raubthiere u. Diese Gebilde gehen nicht, wie das Nervenskelet, aus dem serösen, sondern aus dem Schleimblatte hervor.

1495. Die Zähne sind im Eingeweideskelet den Nägeln, Krallen, Schuppen des Hautskeletes analog; zuerst entsteht bei ihnen die Krone, dann die Wurzel. Die Emailsubstanz mit ihren Tausenden krystallinischer Prismen erinnert an den Röhrenbau der Nägel. Die Zähne entwickeln sich aus der Schleimhaut der Kiefer, bei Fischen auch anderer Kopfknochen. In der Knochensubstanz der Zähne ist keine Nervenleitung, und doch überträgt sie irgend eine Perception, z. B. Berührung von Säure, sogleich auf das Zahnsäckchen und dessen Nerven.

1496. Das Hautskelet der Kopftiere stellt sich in Schuppen, Knochenschilbern, Federn, Haaren, Spornen, Krallen, Nägeln dar. Die Schuppen der Fische sind Knochenbildungen, in Beuteln der Lederhaut entstehend; auch bei den Reptilien ist (die Schlangen ausgenommen) der Kern der Schuppe knöchern, und Schuppen und Schilber werden auf der Oberseite von verhornter Epidermis überzogen. Die bedeutendsten Knochenschilber entwickeln sich bei den Schildkröten und Krokodilen; das Bauchschild der Chelonier soll nach Rathke nicht dem Brustbein entsprechen, sondern dem Hautskelet angehören, was bei jenen Gattungen, wo auf dem Knochen ein Schildpattüberzug liegt, kaum wahrscheinlich ist. Die Schuppen von Manis gehören dem Hautskelet an, die Ringe der Gürteltiere sind hingegen Knochenbildungen. Die Hörnerscheiden gehören dem Hautskelet an, deren Knochenkerne und die Geweihe dem Nervenskelet. Die Haare, Stacheln, Schuppen, Knochengürtel der Säugethiere, die Krallen der Vögel und Säugethiere und die Federn der ersteren gehören zum Hautskelet.

1497. Die Theile des Nervenskelets der Kopftiere und des Hautskelets der Gliedertiere sind durch Gelenke unter sich verbunden und werden dadurch zu einer Fülle von Stellungen, Bewegungen und Verrichtungen fähig. Kunstfertigkeiten und feinere Bewegungen kommen nur den Thieren mit reicher gegliedertem Skelet zu, und hier namentlich den eigentlichen Gliedmaßen, obwohl die freie Schwanzwirbelsäule auch für manche Functionen und Rundgebungen innerer Zustände geschickt wird. Dieß Alles wird möglich durch Anlagerung der Muskeln an die Skelettheile, an welchen sich Gruben, Fortsätze, Rämme für die Anheftung der Muskeln bilden. Für die allgemeine Form des Nervenskelets der Kopftiere und Hautskelets der Gliedertiere ist übrigens das Nervensystem wesentlich bestimmend. Indem die Knochen hohl sind, vermindert sich ihr Gewicht, und sie können zugleich größer werden, eine bedeutendere Menge anderer Theile schützen, den Sehnen und Bändern ausgebehntere Anheftungsflächen bieten und längere Hebel darstellen. Weiche Gebilde zu beschützen, feste Gerüste zu formiren und starre, durch die Muskeln bewegte Hebel zu sein, ist die Aufgabe der Knochen. Die homogene Grundsubstanz der Knochen wird von mikroskopischen Kanälen durchzogen

welche die Bedeutung eines gefäßlosen Lückensystems haben. Aus einem Exsudat der Haargefäße gewisser Membranen als Matrix hervorgehend, ist der Knorpel und später der Knochen ein außer die Säftecirculation gestelltes Product, das wie ein Mineral nur wachsen kann durch Juxtaposition, nicht wie ein Organismus durch endogene Zellenbildung. Indem Gefäße in die Lücken des Knochens hineinwachsen, können diese vermehrt und vergrößert werden durch Auflösung und Abführung des Knochenstoffes. Die Form der Knochen wird zunächst durch die Form der als Matrix wirkenden Membran, aus welcher er hervorgeht, bedingt sein, dann durch die Bildungsprocesse derjenigen Theile, also hauptsächlich der Muskeln, zwischen welche der Knochen hineinwächst, wobei auch der Erstarungsproceß der Knochensubstanz in der gehörigen Art und Zeit vor sich gehen muß. Im ausgebildeten Organismus hat der Stoffwechsel in den Knochen fast ganz aufgehört. Nach H. Müller's abweichender Ansicht*) entsteht beim Menschen und den Wirbelthieren die ächte Knochenmasse immer so, daß strahlig auswachsende Zellen von einer anfangs weichen, aber bald sklerosirenden und verkalkenden Grundsubstanz umschlossen werden. Wenn der Knochen direct aus Knorpel hervorzugehen scheint, so setzt sich an des letzteren Stelle ächte Knochensubstanz, indem die gewöhnlich verkalkte Grundmasse des Knorpels wieder einschmilzt. Die strahligen Knochenhöhlen sind schon von Anfang an nach der Form der von der neugebildeten Grundsubstanz umschlossenen Zellen, gewöhnlich Abkömmlingen der Knorpelzellen. Achte Knochensubstanz bildet sich theils an der äußeren, theils an der inneren Fläche des Knorpels, stellt das dar, was man als Bindegewebsknochen bezeichnet, und entsteht nicht auf zweierlei Weise, theils aus Knorpel, theils aus einer, dem Bindegewebe ähnlichen Masse, sondern nur aus letzterer. *)

*) Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz, Leipzig 1858.

1498. Der thierische Organismus ist nach außen durch die Haut abgegrenzt, die sich seinen Vorragungen und Vertiefungen anschmiegt, ihn gegen die Eindrücke der Außenwelt schützt und die Entweichung der Wärme verhindert. Sie ist zugleich das ursprünglichste und universellste Organ, welches, wenn keine anderen entwickelt sind, Verdauung, Athmung, Empfindung, Bewe-

gung und auch im höheren Thierreich noch Athmungs- und Absonderungsrichtungen übernimmt. Sie ist in verschiedenen Thieren und an verschiedenen Stellen desselben Thieres bald weich, feucht, bald hart und trocken, hier reich, dort arm an Nerven und Gefäßen, manchmal mit Fortsätzen versehen, anderemal zum Panzer verhärtet und eine Entwicklungsstätte vielfacher secundärer Gebilde: Haare, Schuppen, Federn, Pigmentzellen etc. — Kühne stimmt mir bei, daß die Amöben keine besondere den Inhalt umschließende Membran haben, aber die äußersten Schichten derselben können unter gewissen Umständen den Schein einer solchen annehmen.

1499. Die stabförmigen Körperchen, bei den Turbellarien ganz allgemein, kommen auch bei Paramecium, Nassula, Bursaria, Ophryoglena und anderen Ciliaten vor. Da diese bei den Turbellarien in eigenen Zellen entstehen und dieß bei den Infusorien wohl ebenso geschehen dürfte, so können letztere keine wahrhaft einzelligen Thiere sein. Diese Körperchen sind wohl Nessel- oder Giftorgane; die der Infusorien können einen Nesselraden hervortreiben. Die von Möbius genau erkannten Nesselorgane bestehen aus elastischen Bläschen, einfachen Drüsen vergleichbar, mit ätzender Flüssigkeit gefüllt, die in einen hervorstülpbaren mit Borsten besetzten Schlauch eingetrieben und auf Flächen, die dieser berührt, ergossen wird und brennenden Schmerz erregt. Es sind ebenso sinnreiche als perfide Organe, zum Töden kleinerer Geschöpfe und auch zur Vertheidigung und als Haftorgane bestimmt, und finden sich nur bei Cölenteraten, auf deren Haut sie sich in außerordentlicher Zahl entwickeln. *)

*) Möbius, über Bau, Mechanismus und Entwicklung der Nesselkapseln, Hamburg 1866.

1500. In der Lederhaut der Kopffüßer und einiger Flossenfüßer finden sich contractile Farbstoffzellen, und außerdem wirken beim Farbenwechsel dieser Thiere unter den Pigmentzellen liegende zahllose kleine Flittern mit, die Interferenzfarben geben. Auch die Eidechsen Chamaeleo und Anolis besitzen Pigmentzellen. Im Horngewebe der Spongien sind mannigfache Nesselgebilde, in der Haut der Cölenteraten und Stachel-

häuter zierliche Kalkkörperchen eingelagert, die durch v. Rappard's schöne Präparate allgemeiner bekannt geworden sind.

1501. Die Farbenpracht der Schmetterlings- und Käferschuppen, der Vogelfedern ist allbekannt; bei den Fischen sind die Schuppen, welche isolirte Knochengebilde der Lederhaut sind, während die oberen weichbleibenden Schichten der Epidermis den vermeintlichen Schleim darstellen, sogar charakteristisch für die großen Abtheilungen dieser Classe, wie sie in den Erbaltern aufgetreten sind. Viel mehr noch als die Federn hängen die Haare vom Klima ab. Im Himalayah, wo englische Hunde und Pferde nach ein bis zwei Wintern feine Wolle zwischen den Haaren erhalten, bekommt selbst der Elephant manchmal Haare. In nördlichen Ländern behalten die Thiere ihr Winterhaar viel länger als in gemäßigten; in tropischen Gegenden verliert sich dichte Behaarung, wie denn im äquatorialen Afrika die Schafe statt der ganz schwindenden Wolle straffes dünnes Haar erhalten.

1502. Ueberall wird das sich entwickelnde Organ durch physiologische Bestimmungen, durch Triebe und Nöthigung zu seiner Function gereizt. Der Reiz, der sich an das Hervorbrechen der Zähne knüpft, bewegt zum Beißen, der Druck der Eier bestimmt die Fische, den Druck des tieferen Wassers zu meiden und die seichten Laichstellen aufzusuchen; der abgeschnittene Kopf eines neugeborenen Hundes oder einer Katze beginnt zu saugen, wenn man den Finger in das Maul steckt; die Nachtschmetterlinge veranlaßt der Reiz beim Eierlegen zum Ausraufen der Haare mittelst des zangenförmigen Endes ihres Hinterleibes, und indem sie den Hinterleib abwischen, bedecken sie die Eier mit diesen Haaren zur schützenden Hülle. Die wärmeren oder kälteren Luftströmungen veranlassen den Vogel, ihnen entgegen zu ziehen, und er wandert, indem er hierdurch ein Lebensbedürfniß befriedigt.

1503. Die Lebensspannung, *turgor vitalis*, scheint in der nicht näher bekannten, den ganzen Organismus zusammenhaltenden Kraft zu beruhen, kann daher bei aller Gesundheit und Integrität der Elementartheile und Organe plötzlich schwinden, wenn eine Beeinträchtigung jener Kraft erfolgt, z. B. bei Furcht und Schreck.

Größe der Thiere.

1504. Je complicirter die Organisation, desto umfangreicher müssen auch die lebendigen Flächen werden, weil bei gleichem Volumen zweier Thierkörper der complicirtere eine weiter gehende Ineinanderfaltung haben muß. Die Größe der Elementartheile, der Zellen, geht aber doch nur bis zu einem gewissen Maße herab, und weil ein complicirter Organismus mit vielfach getheilten Functionen nur bei einer größeren Menge von Elementartheilen denkbar ist, so werden die vollkommeneren Thiere im Ganzen absolut größer sein als die unvollkommeneren. — Das Volumen des Flußkrebses wird (zu gering) auf $1^{11}/_{40}$ Kubitzoll angegeben, des Karpfens auf 84, Frosches $2^{1}/_{4}$, der gemeinen Eidechse 1, des Haushuhns 50, der Katze 182, Ziege 2074, des Menschen 2700. (Baumgärtner.)

1505. Daß die Thiere der früheren Erdperioden überhaupt größer gewesen seien, ist ein Vorurtheil; nur von einzelnen Ordnungen oder Familien kann dieses behauptet werden, z. B. von den Sauriern; auch soll es nach Bronn*) früher Crustaceen von 10 Fuß Länge gegeben haben.

*) Morphologische Studien, S. 480.

Die Proceßse des vegetativen oder Bildungslebens.

a. Ernährung.

1506. Der Organismus kann nur bestehen durch beständige Erneuerung seiner Substanz, wofür er das Rohmaterial aus der allgemeinen Natur nimmt, dieses in sein Wesen verwandelt und das Abgelebte und Unbrauchbare fortwährend ausstößt. Er ist so in einem unaufhörlichen Stoffwechsel begriffen, der durch die Ernährung, Athmung und Absonderung vermittelt wird. Mit dem Erdkörper verglichen entspricht das Verdauungssystem der Feste, das Athmungssystem der Atmosphäre, Gefäßsystem und Blut dem Gewässer.

1507. Der Nahrungstrieb ist der mächtigste und beständige aller Triebe, nächst dem Athmungstrieb der dringendste und heftigste, durch nichts Anderes zu beschwichtigen und rasch immer

wieberkehrend. Burdach*) vergleicht den Magen einer zur Aufnahme von Ballast eingerichteten Gondel, die, durch zahlreiche Fäden am Luftball des Gehirns hängend, dessen Erhebung, wenn auch nicht über die Wolken, doch über die Atmosphäre hinaus verhindert. Die Sorge für die Nahrung halte das Fahrzeug oft als der stärkste Anker fest. „Das Nahrung suchende Thier im Menschen ist recht eigentlich ein Erdgeborener, der durch seine wurmförmige Gestalt und Bewegung deutlich die Classe verräth, zu welcher er gehört. Das Nahrungsthier brütet schon im Leben allerlei Würmer aus und versorgt die nach dem Tode sich einstellenden am reichlichsten.“ — Ein sehr vorwaltendes Ernährungs- und Verdauungsleben ist öfters mit Selbstsucht und Gefühllosigkeit verbunden und Schlemmer und Gourmands sind entschiedene Egoisten.

*) Blicke ins Leben III, 133.

1508. Einfachste mundlose Thiere müssen Nahrungsäfte durch die Außenfläche einsaugen, die darmlosen Infusorien und Cölenteraten verdauen die Nahrung durch die innere Wand der Leibeshöhle. Ein gesonderter Nahrungsschlauch mit seinen drüsigen Anhängen kann wieder die verschiedenste Ausbildung zeigen, kann kurz oder lang, gerade oder gewunden, einfach oder mit Spiralfalte versehen, gleichartig oder in Mund-, Magen- und Enddarm gegliedert sein, seine Erweiterung, der Magen, einfach oder mehrfach, häutig, fleischig, hornig, und die Complication schreitet nicht stetig von unten nach oben fort, sondern unter den Mollusken und Gliedertieren kommt fast noch größere Complication vor, als selbst bei den Kopftieren. Der Magen- oder Mittelbarm, Dünndarm, ist besonders bei Pflanzenfressern sehr lang. Magen und Darm sind ein Auflösungs-, Digerir- und Filtrirapparat, verbunden noch mit besonderen Solutions- und Reagenzorganen, durch welche die Production des Chylus möglich wird.

1509. Bei den Protozoen kommt manchmal eine fischreusenförmige Mundbewaffnung vor, bei den Strahlthieren ein concentrisch wirkendes Gebiß, bei den Weichthieren finden sich Rüssel oder mit Chitinzähnen besetzte Zungen zum Zerfeilen oder Durchbohren, bei den Spinnen mit Gift erfüllte Haken am Munde zum Verwunden und Tödten, bei den Insecten und Krebsen

mehrere Paare von Mundorganen, theils zum Rauen bestimmt und horizontal beweglich, theils in stechende und saugende Rüssel umgewandelt, sämmtlich dem Hautskelet angehörig, bei den Kopftieren senkrecht bewegliche Kiefer, Entwicklungen des Nervenskeletes.

1510. Der Nahrungsschlauch ist ein Hautrohr mit Mund und meist auch mit After, und an der Innenfläche zur Aufsaugung geschikt. Bei niederen Formen werden die aufgesaugten Säfte unmittelbar an die anderen Gewebe mitgetheilt, bei höheren von Blut- und Chylusgefäßen übernommen und das Darmrohr erhält an der Außenfläche Schichten von Muskelfasern. Die Muskelhaut des Darmes ist unwillkürlich beweglich und vom sympathischen Nerven abhängig; nur am Mund, Schlund und After bilden sich willkürliche, von Cerebrospinalnerven abhängige Muskeln.

1511. Man kann 4 Gruppen von Nahrungsmitteln unterscheiden: Kohlenhydrate und die an ihnen reichen Substanzen, wie Stärkemehl, Rohrzucker, Kartoffeln, Brod; Eiweißmassen, außer dem Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff, Blut, Fleisch, auch Kleber, Legumin, Glutin; Fette, zuletzt die Milch, welche durch ihren Kohlenstoffgehalt den Eiweißmassen verwandt ist und wegen ihres wenigen Stickstoffs ein gemischtes Nahrungsmittel darstellt. Nur aus den stickstoffhaltigen Substanzen bildet sich Blut, die anderen, wie Fette, Zucker, Gummi, Amylon und die alkoholischen Getränke dienen zur Erhaltung des Athmungsprocesses, zur Verbrennung.

1512. Den organischen, zur Nahrung dienenden Substanzen sind gewöhnlich unorganische Bestandtheile beigemischt: Kieselsäure, Verbindungen von Kali, Natron, Kalk und Talk, Schwefel und Phosphor besonders in den Eiweißkörpern, welche zugleich Chlorkalium oder Chlornatrium, Phosphate der Alkalien und des Kalkes enthalten. Endlich noch das Kochsalz der Speisen und die im Trinkwasser gelösten Salze.

1513. Der menschliche, wie der thierische Körper können nur eine beschränkte Zeit mit stickstofflosen Substanzen bestehen, wie z. B. die Mauren und die Caravanen in Afrika kurze Zeit sich von Gummi nähren. Bei längerer Entbehrung stickstoff-

haltiger Nahrung treten Abmagerung, Schwäche, Ausfallen der Haare, Ausschläge, der Tod ein. Aber auch die Einförmigkeit der stickstoffhaltigen Nahrung kann tödten, wie z. B. nach Magen die bloß mit Käse oder Eiern gefütterte Hunde bald sterben. Die Nahrungsmittel sind die besten, welche eiweißartige Stoffe, Fette, Kohlenhydrate und gewisse Salze enthalten, wie z. B. die Milch. Fehlt in der Nahrung eine jener vier Gruppen, so kann kein Thier längere Zeit mit ihr bestehen. Es ist charakteristisch, daß in England, dem Lande der stärksten Fleisheesser und auch in Amerika die, falsche Principien befolgenden Vegetarian Societies entstehen konnten, welche den Genuß animalischer Nahrung ganz verbannen wollen, sogar Milch, Eier, Butter; nur der Säugling soll Muttermilch genießen dürfen.

1514. Fleischfressende Thiere bedürfen weniger Nahrung, weil sie wegen dem Mangel an Schweißporen ihrer Haut weniger Wärme als die grasfressenden verlieren. Kinder müssen öfter und verhältnißmäßig mehr essen, als Erwachsene, weil ihre Athmungswerkzeuge lebhafter wirken.

1515. Mechanische und chemische Factoren, an besondere Organe und Secretionsproducte geknüpft, wirken bei der Aufnahme der Nahrungsmittel und ihrer Verdauung zusammen. Gebisse in Mund und Magen bewirken die Zerkleinerung fester Nahrung; in der Mundhöhle wirkt schon der Speichel, im Magen der Magensaft, im Darm der pankreatische Saft erweichend und auflösend ein. Die Absonderung des Speichels, der ein Gemisch aus verschiedenen Drüsen ist, und der Galle aus der Leber (nach Bernard) hält man für elektrische Diffusionserscheinungen, wobei die Nerven als Elektrizitätsleiter wirken. Der Speichel soll das Amylon gleich einer Säure in Gummi und Zucker umwandeln (Leuchs und Schwann); giftiger Speichel wirkt katalytisch. Aber auch der pankreatische und Darmsaft verwandelt Stärke in Zucker, die Proteïn und Keim gebenden Substanzen wandelt hingegen vorzüglich der Magensaft um. Der Magensaft reagirt sauer, der Speichel, pankreatische Saft und Darmsaft alkalisch. Dadurch kann der kohlensaure Kalk im Magen in eine andere im Wasser lösliche Verbindung umgesetzt werden und die alkalische Reaction kann Säuren neutralisiren

und manche organische Stoffe, wie unlösliche Eiweißkörper, verhältnißmäßig leichter aufnehmen lassen. Das Kochsalz und die phosphorsauren Alkalien mancher Verdauungssäfte erleichtern die Aufnahme vieler Verbindungen. Der Magensaft wirkt stark antiseptisch; faulendes Fleisch, Hunden beigebracht, verliert bald seine Fauligkeit. Bei gewissen Völkern (Abysfiniern, Zigeunern) oder Thieren, welche faulende Nahrung lieben, scheint seine fäulnißwidrige Kraft noch größer zu sein. Darum konnte man auch im Haushalt den Magensaft zum Aufbewahren von Fleisch, in der Heilkunde bei schwacher Verdauung, äußerlich zur Hemmung des kalten Brandes und als Reizmittel bei Geschwüren vorschlagen. Der pankreatische Saft zersetzt sich leicht und schnell, wirkt auf das genossene Stärkemehl kräftig ein und befördert hauptsächlich die Gährung. Besonders im Magen, dann auch im obern Darm werden die Speisen gebreht und geknetet.

1516. Die peristaltische Bewegung des Darmes ist wie bei einem Eingeweidewurm, z. B. einem Blafenschwanz, Contraction und Expansion bald in dieser, bald in jener Richtung und wird schon bei mikroskopisch kleinen Fischembryonen wahrgenommen. Im Schlund beginnend folgt sie dem Verlauf der den Darm spiralgig umgebenden Muskelfasern, so daß die Nahrungsmassen, die wie jeder fremde Körper die Bewegung erregen und steigern, drehend fortgeschoben werden. Im Normalzustand hat die von oben nach unten gehende Bewegung das Uebergewicht; im Magen wird der Speisebrei rotirend umgetrieben. Im Dickdarm tritt faulige Gährung ein und hier besonders sind Eingeweidewürmer häufig, wie Insectenlarven im Mist.

1517. Im Magen entsteht aus den verschiedensten Nahrungsmitteln der grauliche Speisebrei, der im Thiere die nährnde Erde vertritt, kein bloßes Auflösungsproduct der Nahrungsmittel, sondern schon eine organische Bildung. Aufsaugung des Chylus aus dem Speisebrei findet im Dünndarm statt; im Magen und Dickdarm gibt es keine Zotten. Die *valvula coli* zwischen Dünn- und Dickdarm öffnet sich periodisch, um ausgesaugten Chymus in den Dickdarm eintreten zu lassen. Die Lösung der Speisesäfte im Darm ist sehr verdünnt, weil die dem Darm zuströmenden Säfte sehr reich an Wasser sind.

1518. Durch den Verbaunungsproceß sollen die fremden Substanzen in ihrer Eigenthümlichkeit vernichtet und der Eigenthümlichkeit des Thieres gleich gesetzt werden, ein Proceß, der um so mehr mechanische und chemische Eingriffe fordert, je differenter die Nahrungsmittel und die thierische Substanz sind. Darum die Vorbereitung durch Rauen und Einspeicheln in der Rachenhöhle, das Einweichen in einem Kropf, die öfters vorkommende Bewaffung des Magens, seine zerreibende Kraft, die Vervielfältigung desselben, das Wiederkläuen, die oft außerordentliche Länge des Darmes, oder bei kurzem Darm die Spiralsalte in demselben, um den Durchgang der Nahrungsstoffe zu verzögern. Endlich nochmalige Einspeichelung durch den pankreatischen Saft und Einwirkung der Galle. Der Hauptact spielt immer im Magen, vermöge der auflösenden Kraft des Magensaftes. Animalische Stoffe werden leichter anzueignen sein, Gras und Blätter werden einen complicirteren Apparat und längere Zeit erfordern, bis aus ihnen thierische Substanz hervorgeht.

1519. Die Pflanze wurzelt im Boden, breitet sich aus in die Luft und zieht aus beiden Nahrung an. Das Thier, mit der nährenden Erde nicht organisch verbunden, und (gleich der Pflanze) unfähig, sich vom Stickstoff der Luft zu nähren, unfähig überdies, aus unorganischen Substanzen organische zu erzeugen, wie es die Pflanze kann, muß organische Nahrung in sein Inneres aufnehmen. Diese bildet den fruchtbaren Boden, den das Thier mit sich führt; der Darm ist die Hauptwurzel, aus welcher zahllose Wurzelsafern sich in den Boden versenken, um ihn auszusaugen, während ein Complex am Nahrungsschlauch hängender Drüsen Flüssigkeiten in ihn ergießt, welche seine chemische Wirkung unterstützen, und ein aufwärts steigendes Gefäßsystem die nährende Lymphe, das weiße Blut der rothen Blutmasse zuführt, während die ausgesaugten Speiserefte ausgeworfen werden.

1520. Der bewußte Wille vermag nur auf das obere und untere Ende des Nahrungsschlauches einzuwirken, nicht auf dessen übrigen Verlauf. Der Verdaunung stehen hauptsächlich die beiden herumschweifenden Nerven vor; werden sie durchschnitten, so ist jene gehemmt und der Tod tritt in Bälde ein. Durch Entbehrung von Speise und Trank leidet zuerst die Bildungsflüssigkeit

der Elementargewebe, dann das Blut, endlich Nerven und Hirn, wo dann die Kenntniß der Bedürftigkeit zum Bewußtsein gelangt. „Wie hier das Unbewußte in das Bewußte hinüber wirkt, so auch beim Instinct, so daß jedes Thier eben die ihm passende Nahrung findet und der Mensch die Arzneimittel entdeckte.“ (Carus.)

b. Athmung.

1521. Das Mineral geht unter dem Einfluß der Atmosphäre aus Mangel an Widerstandskraft seiner Auflösung entgegen, für den Organismus ist der Verkehr mit der Luft eine Hauptbedingung seiner Existenz. Die Athmungsorgane der Thiere werden behufs rascheren Verkehrs mit der Luft in Bewegung gesetzt, welche Aufnahme und Ausstoßung derselben bewirkt, wie die Lungen, oder wenn sie ruhend bleiben, wie die Kiemen, so wird das respirirte Medium durch besondere Veranstaltung über sie bewegt. Immer wird die atmosphärische Luft geathmet, also Gasiges, durch die Lungen und Tracheen die directe, durch die Kiemen die dem Wasser beigemischte Luft.

1522. Die einfachsten Thiere athmen nur durch die Haut. Das Vogelei oder vielmehr sein Inhalt, Embryo und Dotter, nimmt Sauerstoff auf und haucht Kohlensäure aus, ohne mechanische Apparate, bloß durch Diffusion der Gasarten. Dann kommt es zu localisirten specifischen Organen: Kiemen, Tracheen, Lungen; erstere entstehen durch Ausstülpung, letztere beide durch Einstülpung. Alle sollen dem Respirationsmedium große Flächen im möglich kleinsten Raume darbieten; die innere Oberfläche einer Menschenlunge schätzt man auf etwa 1800 Quadratfuß und sie enthält 1800 Millionen Athembläschen, jedes etwa $\frac{1}{10}$ Linie groß. Aber auch neben specifischen Athmungsorganen fungirt noch die Haut als allgemeines, doch mehr nur ausscheidend.

1523. Wasserathmung kann durch Rimen stattfinden, zu welchen das Blut strömt, oder durch sog. Wassergefäße, die sich im Körper verbreiten und einen Austausch von Stoffen mit dem Blute möglich machen, ohne daß dieses seine Strömungsrichtungen zu verlassen nöthig hat. Vielleicht ist schon die „contractile Blase“ der Wimperinfsorien ein wasserathmendes Organ.

1524. Die allgemeinsten Formen für Luftathmung sind Tracheen und Lungen: erstere ein durch den ganzen Körper verbreitetes Röhrensystem, welches durch mehrere Oeffnungen die Luft aufnimmt, welche hier zu den Säften geht, die Lungen an bestimmten Stellen concentrirte Bläschenansammlungen, welche die Luft aufnehmen, zu welcher hier das Blut strömt. Die Lungen wirken zugleich als Blasbälge, aber das Feuer, das sie ansachen, ist nicht bloß außer, sondern auch in ihnen. — Die Lungen der Arachniden gleichen eher einem Bündel plattgebrückter, unverzweigter Tracheen. Lepidosiren hat eine wirkliche, jener der Amphibien ähnliche Lunge, die mit einer Spalte in den Schlund mündet; die sogen. Lungen von Amphipnous und Heteropneustes Müll. (*Saccobranchus* Val.) sind nur mit der Kiemenhöhle zusammenhängende Säcke, die vielleicht zur Wasserathmung dienen. (Hertl.)

1525. Die Schwimmblase der Fische ist ein hydrostatisches Organ, welches zugleich Luft aus dem Blute absondert, kein Athmungsorgan, denn ihre Arterien entspringen aus den Körperarterien und ihre Venen münden in Körpervenen.

1526. Der Brustkasten stellt ein im Ganzen und in seinen Theilen verschiebbares Gestell dar, dessen Hohlraum veränderlich ist, und das demungeachtet den Eingeweiden Schutz gewährt. Beim Athmen sind Einathmungs-, Ausathmungs- und Befestigungsmuskeln thätig; letztere können Schädel, Rückgrat, Schulterblatt und Schlüsselbein feststellen. Das Zwerchfell, nur bei den Säugethieren vollkommen ausgebildet, verengert oder erweitert beim Auf- und Absteigen die Brusthöhle; ein rudimentäres Zwerchfell haben die Schildkröten und Vögel; das der letzteren, früher Lungenmuskel genannt, wirkt beim Athmen sehr nützlich. Beim Athmen verhält sich der Brustkasten wie ein Blasbalg, in den die Luft bei seiner Erweiterung durch die offenen Zugänge einströmt. Bei jedem Einathmen sinkt das Hirn zusammen, bei jedem Ausathmen hebt es sich; dieß pflanzt sich auch auf Rückenmark und Nerven fort.

1527. Ein Erwachsener entfernt mit jeder Ausathmung im Mittel etwa 500 Kubiccentimeter oder 1 Liter Luft. Die Menge

der ausgeathmeten Kohlensäure steigt von 8—40 Jahren, von da nimmt sie ab. Frauen scheiden weniger aus als Männer.

1528. Die membranösen Flächen an der Außenseite und besonders im Innern des Körpers, im Parenchym und den Capillaren, treten mit der Luft in ein ähnliches Verhältniß, wie die Athmungsorgane, so daß auch hier Gaswechsel, Ausscheidung von Wasserdämpfen, Ausgleichung von Temperaturdifferenzen stattfindet. Doch ist die Hautausdünstung im Verhältniß zur Lungenausdünstung nur gering.

1529. Der durch die Athmungsorgane vollzogene Proceß vermittelt jenen Austausch von Stoffen zwischen Blut und Luft, welcher die wesentliche Beschaffenheit beider zu erhalten geeignet ist: der Luft wird Sauerstoff entzogen und Kohlenstoff gegeben, im übrigen Thierkörper findet das Umgekehrte statt. Die Verdauung liefert das basische, verbrennbare Material, die Athmung den elektrischen Sauerstoff, den das basische Venenblut begierig anzieht und zu scharlachrothem Arterienblut wird. Der Verdauungsapparat nimmt viel Kohle und Stickstoff auf, der Athmungsapparat scheidet viel Kohle aus, deren Einathmen ihm tödtlich wird, und verhält sich gegen den Stickstoff gleichgültig. Kiemen und Tracheen lassen das Respirationsmedium an sich kommen, verhalten sich hiebei mehr ruhig; die Lungen sind ein pneumatischer, stets bewegter Apparat, ein Blasbalg, der im Blute die Blut ansaucht. Sogar die Bronchien haben nicht nur selbständige tonische Zusammenziehungen, sondern auch peristaltische Bewegungen. (Henle.) Vierordt läßt die mannigfachen Vorgänge bei der Respiration von einem einzigen Grundgesetze abhängen: nämlich von der Verschiedenheit des Gasgehaltes, oder den Gleichgewichtszuständen der im Parenchym der Organe, im Blute, in den Lungen und der umgebenden Atmosphäre enthaltenen Gase.

1530. Durch die Athmungsorgane hängt das Blut mit dem Luftkreis, durch das Verdauungsorgan mit dem Erdbflüssigen zusammen. In der Respiration reconstruirt und belebt es sich fortwährend und verhält sich hiebei sowohl in Aufnahme als Ausscheidung zugleich thätig und leidend. Thätig ist es, indem es den Sauerstoff assimilirt, ihn in sein Wesen setzt, wie das

Auge das Licht, das Ohr den Ton, leidend, indem es sich dem Sauerstoff darbietet, sich von ihm durchdringen läßt. Thätig ist es, indem es den Kohlenstoff von sich stößt (entgegen seinem Verhalten im Körper, wo es ihn leidend empfängt), leidend ist es, indem ihm die Kohle von der darnach begierigen Luft entzogen wird. Der Athmungsproceß ist in erster Instanz ein belebungs- und Erregungsproceß des Blutes, weshalb seine Unterbrechung so peinlich ist und schnell tödtet, nicht durch den aufgehobenen Stoffwechsel, sondern durch Stockung des Blutstromes. Im Athmungsorgan liegt der positive oder Sauerstoffpol, im Leibe der negative oder Wasserstoffpol, der Kreislauf ist auf polare Anziehung und Abstoßung begründet. Im Athmungsorgan ist das Blut gleichsam in seinem Perihelium, im Leibe im Aphelium; im ersteren wird das Blut durchleuchtet, im zweiten durch die Kohle verfinstert.

1531. Im thierischen Körper wird durch den mit dem Athmen verbundenen Verbrennungsproceß gerade so viel Wärme erzeugt, — zum kleineren Theil in den Lungen, zum größeren an den verschiedensten Körperstellen — als dem Gewicht des Kohlen- und Wasserstoffes entspricht, welche in einer gegebenen Zeit durch den atmosphärischen Sauerstoff in allen Theilen des Organismus oxydirt wurden. Eine andere Wärmequelle als den chemischen Stoffwechsel gibt es für die specifische Wärme des Thierkörpers nicht. Der Lebensproceß desselben wirkt aber auf die Modalität des chemischen Processes, so daß Verbindungen, die außer dem thierischen Organismus Jahrelang dem Sauerstoff der Luft widerstehen, in demselben in wenigen Stunden durch den Sauerstoff des Blutes in die letzten Verbrennungsproducte übergeführt werden. (Wöhler.) Die meiste Wärme verliert man durch Ausstrahlung, dann durch Athmung, Ausdünstung und die natürlichen Ausleerungen. Je mehr Sauerstoff ein Thier verzehrt, desto mehr Kraft kann es entwickeln; z. B. ein Pferd viel mehr als ein Walfisch. Das Verhalten der kaltblütigen Thiere hat mir deshalb immer merkwürdig geschienen, daß sie nicht die höhere Temperatur des umgebenden Mediums annehmen, sondern ihre geringe specifische Wärme beibehalten, so daß z. B. die Schlangen sich im Sommer kalt anfühlen, wenn anders

dieses nicht bloß auf gute Wärmeleitung des Schuppenpanzers zu setzen ist.

c. Kreislauf.

1532. Durch die gemeinschaftliche Wirkung des Verdauungs- und Athmungssystems entsteht eine relativ homogene Flüssigkeit, welche geeignet ist, den Stoffabgang in allen Organen zu ersetzen, das Unbrauchbare, dem Leben Beschwerliche aufzunehmen und auszuscheiden und neuen Sauerstoff den Organen zuzuführen: das Blut. Im Rumpfe waltet das Blutleben, im Kopfe das Nervenleben vor. Auf niederen Stufen der Lymphe ähnlich, nimmt das Blut im höchsten Thierkreise rothe Färbung an und bildet in sich regelmäßige Körperchen aus.

1533. Bei unteren Thieren unterscheidet man öfters zwei Blutarten: Nährblut, welches in geschlossenen Canälen kreist und keine geformten Körperchen hat, und Athmungs- oder Wasserblut mit Blutkörperchen, welches sich mit dem Athmungswasser mischt. Der Wasserchylus wird durch schwingende Wimpern bewegt, das Blut durch contractile Organe. Stachelhäuter und Ringelwürmer haben Blut und Wasserchylus, die Thiere unter den Stachelhäutern haben nur noch Wasserchylus.

1534. Von dem Grade der Blutbildung hängt die Vollkommenheit alles aus dem Blute Hervorgehenden ab: die Potentialität und Lebendigkeit der Elementartheile und die Temperatur. Bildungszellen entstehen wahrscheinlich aus dem Kern und Plasma der Blutkörperchen.

1535. Im rothen Blute der Kopfthiere unterscheidet man farblose und rothe Körperchen und weiße; auf 350—400 rothe nur ein weißes. Die weißen Körperchen stellen meist amöboide, wahrscheinlich membranlose Zellen mit Kern dar, welche sehr langsam ihre Form ändern, Fortsätze hervortreiben und wieder einziehen. Andere sind kugelig, körnig, mit einem oder mehreren Nucleis mit Nucleolus. Hervorgehend aus den Chyluskörperchen, werden sie in den Blutgefäßen wahrscheinlich schon nach 6—8 Stunden durch Ansammlung hämatinhaltiger Substanz zu rothen. Die rothen Blutkörperchen sind elliptisch oder scheibenförmig und

haben anfänglich einen Kern, der bei vielen Thieren und auch beim Menschen später schwindet. Man hat sie bald als Zellen bald als Zellkerne angesehen, aber sie lassen sich wie viele andere Gebilde nicht auf das Prokrustesbett der Zellentheorie spannen. Sie sind Elementarwesen ganz eigener und sehr empfindlicher Art, auf äußere Einflüsse leicht Farbe, Gestalt und Beschaffenheit ändernd, fähig zu erkranken, welche zum Theil Fortsätze hervortreiben und wieder einziehen können. Sie bestehen aus einer weichen, dehnbaren, sehr elastischen Substanz und diese, welche Eisen und Schwefel enthält, wieder aus dem krystallisirenden Hämatoglobulin und einem Stroma; die Krystalle des Hämatoglobulins gehören dem rhombischen und hexagonalen System an und sind pleochromatisch, d. h. sie zeigen nach der Krystallgestalt orientirte Absorptionsercheinungen. (Kollett.) Die Blutkörperchen sind schwerer als das Blutwasser und behalten beim Strömen ihre gegenseitigen Abstände bei, berühren die Gefäßwand nicht, sondern halten sich in der Mitte, weichen jedem Hinderniß aus. Im gelassenen Blute legen sie sich wie Münzen in eine Rolle zusammen und die Rollen schließen sich wieder mit ihren Enden aneinander; nachdem dieses und zwar nur einmal geschehen, fallen sie wieder auseinander. Die Lymphkörperchen verhalten sich zu den Blutkörperchen wie leblose Massen, bewegen sich an der Wand der Gefäße, bleiben stecken, häufen sich an, wie Schollen. So wie der Verkehr mit der Luft stockt, steht der Blutstrom still, die Körperchen ziehen sich an und legen sich in Rollen aneinander, wie im gelassenen Blute. Bei den Wirbelthieren wechselt die Größe der rothen Körperchen von $\frac{1}{1200}$ — $\frac{1}{80}$ Linie, und beträgt beim Menschen im Mittel $\frac{1}{300}$ “, so daß (mit Einschluß der weißen) in einem Kubikmillimeter nach Bierordt etwas über 5 Millionen vorhanden sind. Unter Tausenden meiner Blutkörperchen sehe ich eines oder wenige um $\frac{1}{3}$ im Durchmesser kleiner als die übrigen und viel intensiver roth gefärbt. Die mittlere Blutmenge des Menschen dürfte wenigstens $\frac{1}{3}$ des Körpergewichtes betragen. Fleischfressende Thiere haben etwas mehr Blut als pflanzenfressende.

1536. Niedere Thiere haben oft gelbliches, bläuliches, grünlisches Blut, welche Farben vom Serum, nicht von den Blut-

Körperchen herrühren; bei den Cephalopoden sind jedoch letztere gefärbt.

1537. Die Blutwärme der kaltblütigen Thiere, nur wenig größer als die des umgebenden Mediums, kann durch gleichzeitige Abkühlungswirkungen leicht auf diese herabsinken. Die winterschlafenden Thiere zeigen während des Winterschlafes eine sehr niedrigere Temperatur. Beim Menschen beträgt sie im Mittel $37\frac{1}{2}^{\circ}$ C. (30° R., 100° F.); zwischen Tropen- und Polarvölkern beträgt der Unterschied nur etwa $\frac{1}{2}^{\circ}$ C., zwischen den Organen desselben Menschen etwas über 1° C.; im Hirn ist das kälteste, in der Leber das wärmste Blut. Nicht bloß der Verbrennungs- und andere chemische Prozesse können die Blutwärme erhöhen, sondern auch elektrische Ströme, Licht, Capillarität, Reibung, Druck. — Gasentwicklung, überall im Organismus da, findet besonders reichlich aus dem Blute statt.

1538. Die Blutkörperchen behalten ihre Fähigkeit, den in der Lunge aufgenommenen Sauerstoff an die Gewebe abzugeben und deren Kohlenstoff und Wasser entgegen zu nehmen, worin die Hauptvorgänge des Verbrennungsprocesses begründet sind, nur durch eine gewisse Zahl von Umläufen, im Menschen vielleicht nur 14 Tage, worauf sie sich, wahrscheinlich im Pfortadersystem, auflösen. Ihre Entstehung wie ihr Untergang sind immer noch dunkel. — Die Wechselwirkung des Blutes mit den anderen Theilen wird durch seine Bewegung möglich. Der erste Grund hiezu ist die Lebendigkeit des Blutes und sein Gegensatz bald zum Athmungsorgan, bald zum Körper, die dem Sauerstoff- und Wasserstoffpol, der Oxydation und Reduction vergleichbar sind; das Blut strömt unaufhörlich zwischen Körper- und Lungenpol hin und her, auch in den herzlosen Thieren (bei den Salpen z. B. sieht man 12 Pulsationen in dieser und ebenso viele in der entgegengesetzten Richtung), und Herz und Gefäße reguliren und beschleunigen nur. Es lebten Thiere noch lange, deren vergrößertes oder verhärtetes Herz Contractionen fast unmöglich machte. (Hering.) Jedes Blutkörperchen ist durch sein Globulin und Hämatin ein galvanisches Element. Im Kreislauf, wo sich die Blutscheibchen die gleichnamigen Pole zulehren, stoßen sie sich ab; außer dem Kreislauf, wo ihre ungleichnamigen Pole gegeneinander stehen, ziehen

sie sich an. „Alle Stoffe, welche in den Blutkreislauf gelangen, unterliegen dem Einfluß seiner elektrischen Ströme und ihre Prozesse sind entweder synthetische: Oxydation, oder elektrolytische: Reduction Wird der Kreis des elektrischen Stromes durch einen schlechten Leiter geschlossen, so tritt am letzteren die Erscheinung der Wärme auf mit der Verjüngung der Gefäße in Folge ihrer Verzweigung nimmt auch die Fläche ihres Querschnittes ab und damit auch im geraden Verhältnisse der Leitung der Widerstand zu, welcher in den Capillaren seinen Höhepunkt erreicht, wo auch die Wärme den ihren hat.“ (Koziel.) Wäre die Wärme nur ein Resultat des in den Lungen stattfindenden Oxydationsprocesses, so könnte das Blut nicht an verschiedenen Stellen des Körpers verschieden warm sein, in den Lebervenen sogar wärmer als in der linken Herzkammer. — Im Herzen, wo die beiden Blutarten zusammentreffen, entwickelt sich nothwendig eine hohe elektrische Spannung:

1539. Regelmäßigkeit und höhere Energie erhält die Blutbewegung, wenn sie durch contractile pulsirende Organe, Gefäße und Herzen, unterstützt wird, welche dann die Entwicklung reicher Capillargefäße gestatten. Bischoff bemerkt aber gegen Reichert mit Recht, daß die ersten Blutbahnen sicher nicht durch die Stoßkraft des Herzens gebrochen werden. In Tausenden von Embryonen immer dieselben, müssen sie unter einem eigenthümlichen Bildungsgesetze stehen.

1540. Das Herz, eine Art von Saug- und Druckpumpe, ist gleichsam das „verkörperte Gleichniß der Bewegung“, die es von seinem ersten Entstehen das ganze Leben hindurch, selbst noch nach dem Tode des Organismus fortsetzt: Brachet sah das Herz eines Getödteten ohne galvanische Einwirkung sich noch über $\frac{1}{2}$ Stunde kräftig zusammenziehen, Bischoff sah bei Hingerichteten das galvanisirte rechte Herz sich noch 4—16 Stunden zusammenziehen und ein zum Trocknen aufgehängtes Froschherz fand Volkman noch am zweiten Tage regelmäßig pulsirend. Das Herz hat seine Bewegung in sich selbst und zwar im Fötus schon vor Bildung der Muskelfasern; Mißgeburten ohne Hirn und Rückenmark haben doch Herzbewegung. Diese wird im Contact mit dem Arterienblute und den Nerven fortwährend angeregt.

Wie dem Herzen, so kommt in geringerem Grade auch den Arterien Irritabilität und Contractilität zu. Bei manchen Fischen und Amphibien bilden sich auch in den Gefäßen des weißen Blutes herztartige pulsirende Anschwellungen, Lymphherzen.

1541. Das Herz ist innen mit Warzenmuskeln und Korbalken versehen. Der Lower'sche Vorsprung verhindert die Störungen, welche das Zusammentreffen der beiden Hohlvenenströme verursachen würde. Eigene Muskeln vervollständigen noch die Entleerung der sich zusammenziehenden Kammern, mancherlei Klappen in den aus dem Herzen hervorkommenden oder in dasselbe mündenden Gefäßen verhindern den Rückfluß des Blutes; ebenso andere den Rückfluß aus den Kammern in die Vorkammern. Durch das Spiel dieser Ventile werden die Herztöne hervorgerufen und verrichten sie ihre Functionen nicht regelmäßig, so treten gefährliche Störungen in der Blutbewegung ein. Die Ausdehnung des Herzens wird bewirkt durch das in dasselbe kräftig eingepreßte Blut, wobei die unzähligen Fleischfasern des Herzens erschlaffen und sich verlängern und seine Höhle sich erweitert. Das ist der Ruhezustand der sich in allen möglichen Richtungen verstrickenden Herzfasern. Die Elasticitätsgrenze derselben, welche eine weitere Ausdehnung nicht erlaubt, fällt zusammen mit einem periodisch wiederkehrenden Anstoß zur Verkürzung der Herzfasern, wodurch die Herzhöhle verkleinert und das in ihr enthaltene Blut ausgetrieben wird. Dieser Anstoß, welcher die Fasern zur Verkürzung bestimmt, geht von den Nervenzellengruppen aus, welche im Herzen selbst liegen und den durch sie erzeugten Strom auf die von ihnen ausgehenden Nervenfasern fortpflanzen, welche mit den Fleischfasern zusammenhängen und diese zur elektrischen Zuckung, zur Zusammenziehung reizen. Warum die Stromerzeugung in den Nervenzellen periodisch stattfindet, ist unbekannt, ebenso, warum die Nervenzellen für die Fleischfasern der Vorhöfe in ihrer Stromerzeugung periodisch mit denen für die Kammern wechseln.

1542. Die bewegenden Kräfte des Herzens so wie der Mechanismus seiner Bewegung liegen also in ihm selbst, obwohl vom Gehirn aus eine Beschleunigung oder Verzögerung seiner Bewegung eintreten kann, vermittelt durch einen Ast des großen nervus vagus, der, aus dem Gehirn entspringend, sich an

den Kehlkopf, die Lungen und Verdauungswerkzeuge verbreitet, und einen höchst bedeutenden Einfluß auf deren Functionen übt. Auf das Herz wirkt aber jener zu ihm gehende Ast des herumschweifenden Nerven nicht bewegend, sondern die Bewegung hemmend, so daß bei Durchschneidung des nervus vagus das Herz in tobende Bewegung geräth und diese bis zum bald eintretenden Tode fortsetzt. Erzeugt man in dem am Herzen sitzenden Zweig des durchschnittenen nervus vagus künstlich einen elektrischen Strom, so beruhigt sich das tobende Herz wieder und fängt bei Unterbrechung des Stromes abermal zu toben an. Der herumschweifende Nerv wirkt demnach nicht direct auf die Fleischfasern des Herzens, wie ein gewöhnlicher Bewegungsnerve sie zur Zusammenziehung treibend, sondern er wirkt bei seiner Integrität auf die Nervenzellen des Herzens und hemmt in ihnen die periodische Erzeugung jenes Stromes, welcher die Verflüchtigung der Fleischfasern des Herzens hervorruft. Deshalb wirkt die Schwächung des Vagus-Stromes, z. B. bei Angst und Freude, welche lähmend auf die centralen Ursprünge des Vagus wirken, beschleunigend auf die Herzbewegung, während eine Verstärkung des Vagus-Stromes die Zahl der Herzschläge vermindert.

1543. Der Periodicität der Herzbewegung entspricht keine gleiche der Blutbewegung, welche vielmehr eine ununterbrochene ist, obwohl in den einzelnen Theilen ihrer Bahn die Schnelligkeit der Blutkörperchen verschieden groß ausfällt. Die arteriellen Blutkörperchen, sehr rasch zu den Capillarnetzen gelangend, rücken in diesen langsamer fort, bis am Ausgang, wo die Venen beginnen und allmählig durch Zusammenmündung ihr Lumen größer wird, wieder eine Beschleunigung erfolgt. Außerdem pflanzt sich der Stoß vom Herzen noch durch die größeren Arterienzweige fort und verursacht in denselben eine in kleinen Intervallen sich wiederholende Beschleunigung der Bewegung der Blutkörperchen, die im Menschen schon in höchstens 30 Secunden den ganzen Weg durch den Körper und wieder zum Herzen zurücklegen. — In der Aorta legen die Blutkörperchen 400 Millimeter in der Secunde zurück, in den Capillaren nur $\frac{8}{10}$ Millimeter, weil hier der größte Reibungswiderstand ist, in den kleinsten Venen 3 Millimeter, in den größten 200 Millimeter. Nach Bierordt soll sich

der Kreislauf in jedem Thiere etwa in der Zeit von 27 Herzschlägen vollziehen. In den feinsten Capillaren von nur $\frac{1}{500}$ ''' Durchmesser können keine Blutkörperchen, sondern nur Serum circuliren. In höheren Thieren und in ausgebildeten Organismen sind die Capillaren zahlreicher und die Blutkörperchen kleiner als in niederen und in Embryonen.

1544. Um die Blutströme bilden sich die Gefäße, und das Gefäßsystem erhält seine Form von jenen. Von den drei Gefäßarten des Menschen und der höheren Thiere führen Arterien und Venen das rothe, die Lymphgefäße das weiße Blut oder die Lymphe. Lymphgefäße sind, das Auge und die Knochen ausgenommen, wohl in allen Organen vorhanden, bei den Säugethieren mit vielen Lymphdrüsen verbunden. Sie entstehen aus den Räumen des Zellgewebes, werden von den feinsten, rothes Blut enthaltenden Capillaren umspinnen und aus ihren offenen Enden strömt die Lymphe in das Venenblut ein.

1545. Die sogen. Wunderneze sind eine eigene Art der Gefäßvertheilung und kommen sowohl an Arterien als Venen vor. Dabei geht die Ader entweder nur einmal in die Canäle des Wundernezes über, aus welchen dann die Haargefäße entspringen, oder die Canäle sammeln sich wieder in einen oder mehrere Stämme, aus welchen dann erst die Haargefäße entstehen. Manchmal vereinigen sich Wunderneze von Arterien mit solchen von Venen, wo dann die Verzweigungen beider nebeneinander liegen, ohne jedoch zu communiciren. Diese Wunderneze (beim Menschen z. B. an den Zweigen der Halsschlagadern) haben theils Verlangsamung des Blutlaufes und dadurch Vermehrung des Stoffwechsels, theils Verminderung des Druckes auf die Aderu bei starker Muskelcontraction zum Zweck, so daß der Blutlauf ungehindert geschehen kann.

1546. Die Pfortader, vena portarum, statt in eine Vene zu münden, die zum Herzen zurückführt, verzweigt sich arterienartig in der Leber und diese feinsten Zweige verbinden sich mit der Leberarterie und gehen mit dieser in das Capillarsystem der Leber über. Die aus diesem entstehenden Hauptstämmchen münden dann in die vena intralobularis, eine der vielen Anfangswurzeln der Lebervenen, die das Blut in die untere Hohlvene führen.

In der Pfortader vereinen sich die Venen, die aus Magen, Darm, Milz, Bauchspeicheldrüse kommen, und in dem Capillarsystem, das sie mit der Leberarterie darstellt vereint sich arterielles und venöses Blut.

1547. Im Menschen und den zwei obersten Thierclassen mit vollständig getrennten Kammern und Vorkammern wird bekanntlich das Arterienblut aus der linken Kammer durch die Aorta und die aus ihr entspringenden Schlagadern in die überall vorhandenen Capillarneze des Körpers getrieben, um als Venenblut in den aus den Capillaren entspringenden Venen in die rechte Vorkammer, aus dieser in die rechte Kammer und von hier durch die Lungenarterien in die Capillarneze der Lungen zu strömen, aus welchen es, wieder arteriell geworden, durch die Lungenvenen in die linke Vorkammer und aus dieser in die linke Kammer gelangt.

1548. Im ausgebildeten Menschen und den zwei oberen Thierclassen sind demnach Lungen- und Körperkreislauf streng geschieden, eine Vermischung beider Blutarten (das Pfortadersystem ausgenommen) unmöglich, aber im Fötus des Menschen und der zwei oberen Kopftierclassen kann beiderlei Blut sich in den Vorkammern mischen, da die Klappe im eirunden Loch von deren Scheidewand unvollständig ist. Außerdem vereinigt der sogen. Botall'sche Gang die Lungenarterie mit der Aorta, wodurch eine zweite Gelegenheit zur Communication der beiden Blutarten gegeben ist. Nach der Geburt wird das eirunde Loch durch die vergrößerte Klappe geschlossen und der Botall'sche Gang wird zu einem für das Blut unwegsamen Bande.

1549. In den unteren Thierclassen kommen ungemein verschiedene Formen des Gefäßsystems und der Blutbewegung vor. Bei den Amphibien tritt schon Vermischung der Blutarten in den Atrien ein, bei den Fischen ist nur ein Venenherz da, und die Arterien entspringen aus dem durch Vereinigung der Kiemenvenen entstandenen Aortenstamm. Bei allen Kopftieren, mit Ausnahme des Fisches Amphioxus, ist das Blut noch roth und bewegt sich durch Körper, Athmungsorgane und Pfortader; am ehesten sind noch die Lymphgefäße verkümmert. Bei den Weichtieren ist das Gefäßsystem mit einem oder mehreren Centralorganen noch gut entwickelt, obschon nicht mehr ganz geschlossen, so daß das Blut zum Theil schon in wandungslosen Räumen strömt,

auch findet bei den Wasserbewohnenden Beimischung des äußeren Wassers statt, welches durch Poren am Kopfe oder Fuße eindringt. Die durch Tracheen athmenden Gliedertiere, also die Insecten, Myriapoden und ein Theil der Arachniden, haben ein Herz aber keine Gefäße, oder höchstens einige Arterien, die wie abgeschnitten endigen oder sich verzweigend verschwinden, und das Blut erfüllt die Körperräume. Ein Gefäßsystem erscheint unnöthig, wo ein unendlich fein verzweigtes Luftröhrensystem alle Organe durchbringt und die Luft einen Verkehr mit den Säften eingeht, im Oxydationsvorgang ähnlich jenem des Capillarblutes der höheren Thiere. Besser ist das Gefäßsystem bei den Lungenathmenden Arachniden und bei den Kiemenathmenden Crustaceen entwickelt, weil hier die Athmungsorgane localisirt sind. Die Lungen der Spinnen schwimmen gleichsam im Blute, die Scorpione sind die einzigen Gliedertiere mit ganz geschlossenem Gefäßsystem; ihre Arterien gehen in ein Venensystem über, in welchem das Blut zu den Athmungsorganen und von hier aus durch eigene Gefäße wieder zum Herzen strömt.

1550. In den untersten Thierkreisen kommt es sehr allgemein neben dem Blutgefäß zu einem Wassergefäßsystem, wo das Blut sich mit dem Wasser mischt oder von ihm abgeschlossen bleibt. Unter den Cölenteraten besitzen nur einige Alcyonen noch Blutgefäße; es sind deren acht, die am vorderen Leibesende sich an die Magenwände begeben und hinten sich im Polypenstocck verästeln.

1551. Der Blutlauf muß nothwendig außer seiner chemischen Wirkung auf alle Theile auch eine mechanische und physikalische ausüben: Reizung an unzähligen Punkten durch Druck, Stoß, Elasticität, Wärme. Indem die Natur im Gefäßsystem einen Theil der Wirkungen dem elastischen Gewebe statt dem contractilen überträgt, erspart sie bedeutende Kraft.

1552. In den höheren Thieren mit geschlossenem Gefäßsystem ist die belebende und ernährende Wirkung des Blutes nur durch die Wandungen der Gefäße möglich; aus den Gefäßen getretenes Blut wirkt wie ein fremder Körper drückend und lähmend und muß aufgesaugt oder entfernt werden. Zunächst tritt das Blut durch sein gasig und tropfbar flüssiges mit der parenchymatösen Bildungsflüssigkeit in Wechselwirkung,

die das ganze Zellgewebe erfüllt und deren Quantität viel bedeutender ist als die des Blutes; sie ist das nächste Behälter alles Bildens und Werdens, und nähert sich in den niederen Thieren immer mehr dem Wasser. Unmerklich verliert in den Capillaren des Körpers das rothe Blut seine höhere Lebendigkeit, seinen arteriellen Charakter und wird zum wasser- und kohlenstoffreicheren, an Eiweiß- und Faserstoff ärmeren und dunkleren Venenblute. In unaufhörlichem Wechsel der Farbe und Natur besteht das Leben der rothen Blutkörperchen, in unaufhörlichem Strömen, Ebben und Fluthen das Leben des Blutes.

d. Absonderung.

1553. In Leib und Blut sind die gleichen Elemente, dort auseinander gelegt, hier vereint; vermöge seiner particularen Bestimmtheit zieht jeder Theil aus dem Blute das ihm Fehlende an. Das Blut ist zum Geben geneigt, die Organe zur Ergänzung aus dem Blute, beiden wird in den Capillaren gedient, welche im kleinsten Raum die vielfachste Verührung von Blut und Körpersubstanz möglich machen. Absonderungsorgane von sehr ähnlichem Bau liefern die differentesten Producte; andererseits gleichen sich Speichelbrüsen, Milchbrüsen, Harn- und Samenbrüsen verschiedener Thiere oft auffallend. Nicht der morphologische Charakter allein der Absonderungsorgane bestimmt deren Product, sondern auch ihre Molecularstructur und ihre Molecularkräfte, die in den feinen Porenräumen der Membranen auf die durchgehenden Flüssigkeiten wirken. Indem jeder Theil aus dem Blute, dieses zerklegend, sein Entsprechendes anzieht und durch seine eigene Kraft es successive sich gleich setzt, behauptet er sich in seiner eigenthümlichen Beschaffenheit. Das Aeußere wird verinnerlicht und damit schließt sich der Kreis, der, vom Innerlichen ausgehend, durch das Aeußere wieder zum Innerlichen zurückkehrt.

1554. Ausscheidendes Gewebe und ein Hohlraum, welcher das Ausscheidungsproduct aufnimmt, sind die einfachste Form eines Absonderungsorgans. So verhalten sich die meisten serösen Häute und viele Theile von Schleimhäuten, indem sie, wie die Häute

von Hirn und Rückenmark, Herzbeutel, Lungen- und Bauchfell, Sehnen Scheiden, Gelenkkapseln, Schleimbeutel zc., Säcke darstellen, in welchen sich das Secretum sammelt. Vergrößert wird die Absonderungsfläche durch wellige Gestalt, durch seitliche Erweiterungen, durch Herstellung vieler kleinen Absonderungsräume im gleichen Raum statt eines einzigen großen, wie bei den verzweigten und baumsförmigen Drüsen, bis zur größten Feinheit und Complication, wie z. B. bei der Leber, den Nieren zc. Die sogen. *Endymzellen*, welche die innere Wand der Drüsenbläschen und -Röhrchen begrenzen, lassen nicht bloß die Absonderungen der dahinter liegenden Zellschichten durch sich in den Hohlraum treten, sondern vermehren sie noch mit eigenthümlichen Producten.

1555. Die sogen. *Malpighi'schen Gefäße* der Insecten sind größtentheils Harnorgane, nur die gelblich gefärbten scheinen Gallenorgane zu sein. (Lehndig.) Bei vielen niederen Thieren kommt es nicht zu drüsigen Gebilden, sondern die secernirenden Zellen liegen hier noch zerstreut oder in Schichten gesammelt an den Wänden der Organe, die das Secret aufzunehmen haben.

1556. *Absonderungsorgane*, welche aus dem Blute besondere Producte bereiten, kommen mit verschiedenen organischen Systemen verbunden vor: Speicheldrüsen, Pankreas, Leber stehen in naher Beziehung zum Verdauungssystem, Nieren und Blutdrüsen zum Gefäßsystem, die Milchdrüsen zum Geschlechtssystem, dessen wesentlichste Organe, die Hoden und Eierstöcke, selbst wieder Drüsen sind. Alle diese Absonderungsorgane sind aus vielfach ineinander geschachtelten und zueinander gehäuften Schläuchen, Röhren, Blasen gebildet, sämmtlich mit dem Zweck, dem Blute eine große Fläche zur Einwirkung darzubieten. Die sogen. Blutdrüsen: Milz, Schilddrüse, Brustdrüse und Nebennieren, erhalten sämmtlich zahlreiche und große Blutgefäße, haben mit Blut oder besonderen Flüssigkeiten erfüllte Höhlen und entbehren jedes Ausführganges. Sie sollen auf die Blutmasse umändernd und regulirend wirken. Es können auch Wände von Hohlräumen, die keine sogen. Drüsen sind, gewisser Absonderungen fähig sein.

1557. Manche Absonderungsorgane stehen mit den Athmungsorganen, speciell mit Lungen und Haut in einem Gegensatz, so daß, wenn die Function der einen vermehrt, die der anderen

vermindert wird. Bei niedrigeren, besonders wasserbewohnenden Thieren wird durch Leber und Nieren verhältnißmäßig mehr Galle und Harn, bei höheren mehr Wasserdunst und Kohlensäure ausgeschieden. Bei den Weichthieren, Fischen und Amphibien überwiegen die genannten großen Drüsen, bei den Gliedertieren, Vögeln und Säugern die Luforgane, und in den gleichen Classen sind in der Regel, doch nicht immer, bei den Wasserbewohnern Leber und Nieren, bei den Luftbewohnern Haut und Lungen mehr ausgebildet.

1558. Die Leber ist das Organ, welches den Zucker bildet. (Lehmann.) Ihr Product, die Galle, welche weit oben in den Nahrungsschlauch ergossen wird, hat sicher eine wichtigere Function als bloß jene, die Fäulniß der Nahrungsreste zu verhindern. Ein Theil der Bestandtheile der Galle wird aufgesaugt, in das Blut aufgenommen, dort verbrannt und liefert einen — ob schon geringen — Theil der Kohlensäure für die Lungen- und Hautausdünstung; der andere unlösliche Theil wird mit den Excrementen ausgeworfen. Wenn Leber und Milz fehlen, so leidet der Verbrennungsproceß, und es wird das Quantum der ausgehauchten Kohlensäure vermindert.

1559. Der Harn, durch ein großes Drüsenpaar, die Nieren, abgefordert, ist eine ungemein complicirte Flüssigkeit, enthält in vielem dem Blute entzogenen Wasser Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatin, Keesäure, kohlensaure, schwefel- und phosphorsaure Salze, Chlor-, Schwefel- und Phosphormetalle, Kieselsäure, Eisen, Mangan und einen eigenthümlichen Farbstoff; im krankhaften Zustande Zucker, Fette, Eiweiß. Durch die Nieren geht fast ein Sechstel der ganzen Blutmasse, in jeder Stunde circuliren nach Haller durch sie etwa 1500 Unzen Blut, und ihre das Blut reinigende Absonderung ist so wichtig, hängt so sehr mit dem normalen Blutleben zusammen, daß die Untersuchung des Harnes von jeher die Aufmerksamkeit sogar der Quacksalber in Anspruch genommen hat.

1560. Das allgemeinste Absonderungsorgan ist die Haut mit ihren Talg- und Schweißdrüsen, welche letzteren aber auch noch andere Secretionen bewirken. Die Atmosphäre, die um jeden Menschen aus den Stoffen seiner Ausdünstung sich bildet,

ist in jedem individuell geartet und Menschen von sehr feinem Geruch unterscheiden Andere nach ihren Atmosphären. — Im Thierreiche spielen die Ausbünstung und die Gerüche einzelner Secretionen beim Suchen der Geschlechter, beim Aufspüren der Beute eine wichtige Rolle.

1561. Die Absonderungsproducte dienen den ökonomischen Zwecken des Organismus durch ihr Verbleiben in demselben oder durch ihren Austritt. Speichel, Galle, pankreatischer Saft sind zum Verdauungsproceß mehr oder minder nothwendig, die Flüssigkeiten des Auges dienen zum Theil physikalischen Zwecken. Unregelmäßige Harnsecretion, gestörte Menstruation und Milchabsonderung führen oft die schwersten Leiden herbei.

e. Stoffwechsel, Wachsthum, Lebensdauer.

1562. Im Thierreiche sind fast dieselben Grundstoffe wie im Pflanzenreiche da, jedoch anders combinirt. Die zahlreichen alkalischen Substanzen, welche das Pflanzenreich producirt, fehlen hier fast ganz. Die Pflanze erzeugt eine Menge von Verbindungen, die, wenn einmal gebildet, als fertige in ihr bleiben, ohne weiter am Stoffwechsel theilzunehmen; das Thier producirt nur Stoffe, die seiner Ökonomie dienen oder ausgeworfen werden, und bildet außer dem Skelet keine ruhenden Massen in sich. Die chemischen Verbindungen in verschiedenen Theilen desselben Thieres arten sich sehr verschieden.

1563. Von organischen stickstofffreien Säuren oder Fett Säuren finden sich die Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Stearinsäure, Melissinsäure. Zu den stickstoffhaltigen basischen und indifferenten Stoffen, die nach dem Typus des Ammoniaks oder Cyans gebildet sind, gehören das Glycin, Leucin (häufig bei der Fäulniß entstehend), Kreatin (im Saft des Muskelfleisches), der Harnstoff u. Stickstoffhaltige gepaarte Säuren sind die Hippursäure, Glykocholsäure, Phocholsäure, Taurochloresäure. Jene zum Theil polymeren Kohlenwasserstoffe, welche man Radicale nennt, bilden mit einem Atom Sauerstoff basische Körper, die stickstofffreien Basen, Halibasen, die sich sowohl mit Wasser als mit Säuren verbinden und mit letzteren neutrale oder saure Salze

darstellen. Die Verbindungen dieser Oxyde mit Wasser sind die sogen. Alkohole, die wasserfreien Oxyde sind die Aetheren. Salze der Haldbasen sind das Cetyloryd im Walrath, das Melissoryd, das Glycerin. Lipoide nennt man indifferente, den Fetten ähnliche, aber in der chemischen Constitution sehr abweichende Körper, wie das Cholesterin oder Gallenfett, das Castorin und Ambrin.

1564. Die zahlreichen stickstofflosen neutralen Körper oder Kohlenhydrate enthalten neben Kohlenstoff in gleichem Verhältniß wie das Wasser Wasserstoff und Sauerstoff. Die Zahl der Kohlenstoffatome in ihnen ist immer mit 6 theilbar. Man theilt sie in vier Gruppen: Zucker, Gummi, Stärkmehl und Pflanzenfaserstoff oder Cellulose. Sie sind im Thierreiche viel sparsamer vertreten als im Pflanzenreiche. Inosit, ein eigenthümliches Kohlenhydrat, findet sich nur im Saft des Herzfleisches. Die mikroskopischen corpora amylacea in Hirn und Rückenmark gleichen durch Schichtung den Amphionkörperchen, durch chemisches Verhalten zu Jod und Schwefelsäure theils dem Amphion, theils dem Pflanzenzellstoff. (Virchow.) Die Farbstoffe, wie Hämatin, Gallen- und Harnpigment, Augenschwarz sind noch wenig untersucht. Das Hämatin gibt dem Blute die rothe Farbe und besteht aus $C_{44} H_{22} N_2 O_6 Fe$.

1565. Die gewebeerzeugenden Stoffe sind ebenfalls noch wenig erkannt, ihre Atomgewichte noch nicht genau bestimmt, womit eine sichere Basis der Lehre vom thierischen Stoffwechsel fehlt. Man theilt sie in die eiweißartigen Stoffe oder Proteinkörper: Albumin, Fibrin, Casein, Globulin, Hämatokrystallin, welche sämmtlich als lösliche und coagulirte auftreten können, und in die Derivate oder Abkömmlinge der Proteinkörper, wie Glutin oder Knochenleim, Chondrin oder Knorpelleim, Substanz des elastischen Gewebes, Fibroin, Chitin.

1566. Von Mineralsubstanzen kommen in den thierischen Körpern vor: phosphorsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk, phosphorsaure Talkerde, Fluorcalcium, Kieselsäure. Die ersten beiden sind hauptsächlich bei der Skelettbildung theilhaftig. Chemisch wirkende, in den Stoffwechsel tiefer eingreifende Mineralstoffe sind Chlornasserstoffsäure, Chlornatrium, kohlensaures

Natron, phosphorsaure Alkalien und Eisen. Zufällige Mineralstoffe des thierischen Körpers sind schwefelsaure Alkalien, kohlensaure Tonerde, Mangan, Arsen, Kupfer, Blei, Ammonialsalze, Rhodannatrium.

1567. Die chemische Lehre von den thierischen Flüssigkeiten hat man Phlegmatochemie genannt. (Lehmann.) Die wichtigste von allen ist das Blut, dann der Eßlus, die Lymphe, die Milch, das Sperma, die Eißflüssigkeit, Schleim, Speichel, Magensaft, Galle, Pankreassaft, Darmsaft, Schweiß, Harn.

1568. Die chemische Beschaffenheit der Gewebe steht in einer Beziehung zu ihrer physiologischen Function, und in analog constituirten Geweben sind analog constituirte Verbindungen da. Aber nicht bloß die Gewebe kommen bei der Function in Betracht, sondern auch wesentlich der sie durchtränkende Saft. Endlich sind in der Thierchemie die Transsudate und Exsudate zu würdigen.

1569. Auf vier Reihen von Stoffen: den Proteinkörpern und ihren Derivaten, den Fetten, Kohlenhydraten und anorganischen Salzen, beruhen die Lebenserscheinungen der Thierkörper; die Hauptrolle spielen die Umwandlungen der Proteinsubstanzen und Fette. Die ersten drei Reihen stehen in innigen Beziehungen zueinander; wahrscheinlich vermögen die Proteinkörper in Zucker und Fett neben anderen Substanzen zu zerfallen, und Fette können aus Kohlenhydraten entstehen. Wie die einfacheren organischen Säuren, die Halid- und Ammonialbasen, scheinen sie zueinander in einem typischen Verhältniß zu stehen. — Das sonst-so indifferente und schwer zersetzbare Chlornatrium greift bedeutend in mehrere thierische Prozesse ein. Fette und Zucker sind Respirationsmittel, und letzterer trägt auch zur Wärmeerzeugung bei, da er im Blute zu Wasser und Kohlensäure bald oxydirt wird.

1570. Die scheinbar fast identischen Proteinsubstanzen wirken höchst verschieden, die so homologen Fette werden zu den mannigfachsten Zwecken benutzt. Die Kohlenhydrate spalten und setzen sich vielfach um, um so oder anders einzugreifen, und Kali und Natron, sonst oft füreinander vicarirend, werden zur Hervorrufung der schärfsten Gegensätze verwandt. Kohlensäure, die flüchtigste

und schwächste aller Säuren, erfüllt manchmal den gleichen Zweck wie die starke Phosphorsäure, und das phosphorsaure Natron versteht bald die Stelle einer starken Basis, bald mit Hülfe der Kohlensäure die einer Säure. Durch schwache und unbedeutende Mittel und mit wenigen Substraten vollzieht sich der thierische Lebensproceß.

1571. Im thierischen Organismus wird unaufhörlich Substanz zu den Lebensverrichtungen unbrauchbar, daher zersezt und umgebildet oder ausgestoßen. Der Zersezung und Neubildung sind auch die härtesten Theile nicht ganz entzogen. Auch die psychischen Proceße sind mit Verzehrung von Substanz verbunden. Die Nerven stimuliren die Organe zum Stoffwechsel, dessen Modificationen von der Beschaffenheit der Organe abhängen.

1572. Durch die Ernährung wird zunächst dem Blute das Material für diese Proceße geliefert und es in den Stand gesetzt, ohne Aufhören chemische Veränderung und Umwandlung der Kräfte ineinander zu erhalten. Eine gewisse Menge mechanischer Kraft weckt ein Aequivalent elektrischer, diese ein Aequivalent chemischer, diese ein Aequivalent Wärme. Im thierischen Organismus wird wahrscheinlich ein Aequivalent organischer Verrichtung durch ein Aequivalent chemischer Kraft von den Nahrungstoffen hervorgebracht, deren Umsetzung im Körper geschieht. Chemische Kraftentwicklung kann aber durch sehr kleine Quanta herbeigeführt werden. Ein Gran Opium, wenige Gran Kampher vermehren die thierische Wärme beträchtlich, ein paar Gran Digitalis, einige Löffel Essig setzen sie herab. Ein Gran arsenige Säure ruft überall Erscheinungen erhöhter Thätigkeit hervor. (Müller.)

1573. Während durch den Milchbrustgang die gesammelte Masse von Chylus und Lymph in die Blutmasse einströmt, gibt diese an unzählbaren Punkten wieder Eiweiß und Faserstoff an die Organe ab; ein höchst complicirtes System von Strömungen vermittelt den Austausch der Stoffe und die Wanderung der Flüssigkeiten im ganzen Bereich des Organismus. Eine Gruppe von Organen ist bestimmt, das Blut in seiner Integrität zu erhalten, unter welchen die Leber und die Nieren hauptsächlich beachtenswerth sind, welche durch die Ausscheidung von Galle und

Harn die Anhäufung von Stoffen im Blute verhindern, die seine normale Beschaffenheit beeinträchtigen würden. Andere Massen entweichen durch die Hautausblüthung, die Hautabschuppung, die abfallenden Haare. Aller Abgang muß immer wieder durch die Nahrung ersetzt werden, aus welchem Grunde nur ein Theil der aufgenommenen Nahrung zur Vergrößerung des Körpers beim Wachsthum oder zur Bildung von Fett u. verwendet werden kann. Nach einiger Zeit sind fast alle Bestandtheile des Körpers verschwunden und durch neue ersetzt; wie Moleschott behauptet, wird der menschliche Körper alle 30 Tage ein anderer. — Der Stoffwechsel im lebenden Leibe geht sehr rasch vor sich, der Verwesungsproceß währt viele Jahre.

1574. Das Blut, hauptsächlich sein gestaltloser, flüssiger Theil, ist durch das in ihm aufgelöste Fibrin und Albumin die allgemeine Matrix der Theile, enthält potentiell in sich, was alle Organe und Elementartheile bedürfen, die stets aus ihm erfrischt und erneuert werden. Ist das Blut krank, so erkranken auch bald die von ihm ernährten Theile; seine Zersetzung führt rasch den Tod herbei. Flüssigkeiten, Gifte, Heilmittel finden leicht ihren Zugang zum Blute. In seiner starken Concentration wird es unverändert durch die reichliche Wasseraushauchung in den Lungen und der Haut, dann durch die Harnabsonderung erhalten.

1575. Die Gegensätze zwischen den Stoffen geben sich durch elektrische Anziehung und Abstoßung, Binden und Freiwerden kund, womit wunderbare Bewegungen der kleinsten Theile verbunden sind, namentlich zwischen Blutkörperchen und Protoplasmazellen. Fortwährend erzeugen sich neue Nervenzellen und Nöhren, immer gehen ganze Gruppen elementarer Gebilde unter, verdrängt durch neu entstehende, welche wieder anderen Platz machen. Jede der unzählbaren Zellen hat ihre Geschichte, entsteht, entwickelt, verwandelt sich und geht unter, um mit der allgemeinen Bildungsflüssigkeit Grundlage neu entstehender Theile zu werden. Im Winter, wo so vielen Thieren Wärme und genügende Nahrung fehlen, findet ein Zerfallen, eine Zersetzung vieler der edelsten Organe statt, welche im Frühling wieder neu erstehen. Bei den Kröten und Fischen findet man während der Winterkälte ganze Züge von Gefäßen obliterirt, mit Pigment und Krystallen

befest, beim Hamster erfährt während des Winterschlafes das sympathische Nervensystem innerhalb der sogen. Winterschlafdrüse seine Neubildung. Bei Fischen gehen im Winter ganze Provinzen des Nervensystems unter und bilden sich im Frühling neu. (Stannius.) Häutung, Haar- und Federwechsel sind Verjüngungsprocesse.

1576. Die Elementartheile haben die Fähigkeit, nicht nur sich selbst in ihrer besonderen Bestimmtheit zu erhalten, sondern bei Substanzverlusten mit dem Ersatz zugleich die verletzte Form der Organe wieder herzustellen, welche sie zusammensetzen. So erhält sich aus demselben Blute der Muskel als Muskel, die Sehne als Sehne und der Knochen als Knochen, und aus demselben Blute erzeugt jede Drüse ihr besonderes Secretum. Hierauf beruht auch die Reproduction, die Fähigkeit, verlorene Theile wieder zu erzeugen, welche um so leichter erfolgen wird, je geringer die Differenz der Organe und ihrer Substanz ist. Daher können Stücke eines Polypen, ein Strahl eines Seesterns zu einem ganzen Polypen oder Seestern werden, wobei das Theilstück die Stelle eines Keimes vertritt; Schnecken erzeugen noch den abgeschnittenen Kopf wieder, Regenwürmer den abgeschnittenen Kopf- und Schwanztheil, Spinnen und Krebse verlorene Beine, Wassermolche etwa noch diese und exstirpirte Augen. Bei den obersten zwei Classen werden in der Regel nur unwichtigere Theile nacherzeugt, doch will Voit in München neuerlichst bei Tauben, denen er das Gehirn exstirpirt hatte, Wiedererzeugung desselben wahrgenommen haben. Nachdem die Thiere einige Wochen mit geschlossenen Augen unbeweglich gefessen waren, erwachten sie aus dem schlafähnlichen Zustande, begannen zu fliegen und entwischten der greifenden Hand. Als er sie fünf Monate nach der Exstirpation tödtete, fand er in der Hirnhöhle weiße Hirnmasse, in zwei Lappen (Hemisphären) getheilt und in jedem Flüssigkeit, zwischen beiden eine Scheidewand. Die Masse bestand aus Nervenfasern und Nervenzellen. — Alle Reproduction erfolgt in wärmeren Ländern leichter.

1577. Eine auffällige Erscheinung der bildenden Lebensthätigkeit ist das Wachstum, gleichsam ein überschüssiges Ergebniß, die positive Bilanz in dem Proceß von Einnahme und

Ausgabe. Die Größenzunahme des Ganzen und der einzelnen Organe erfolgt unter Vermehrung der Elementartheilchen, Auseinanderdrängen derselben, Ausfüllung bestehender Lücken. Es kann beschränkt sein, wie beim Menschen, den meisten Säugethieren, allen Vögeln, den Insecten und Mollusken, oder unbeschränkt, das ganze Leben während, wie bei den Cetaceen, vielen Reptilien und Fischen.

1578. Zum Wachsthum wie zum normalen Verlauf der Lebensvorgänge ist sowohl Wärme als Licht nothwendig; Kaulquappen, bei genügender Nahrung und frischem Wasser im Finstern gehalten, wachsen zwar, aber bleiben Larven; Menschen, in Kellern und Bergwerken wohnend, sind nebst ihren Kindern mancherlei Krankheiten und Mißbildungen ausgesetzt. Das Lichtbedürfniß ist übrigens sehr verschieden, wie denn einige Höhlenthiere in fast absoluter Finsterniß leben, andere Thiere des blendendsten Sonnenscheines bedürfen. Fast in allen Classen gibt es auch Dämmerungsthier; welche das Halbdunkel lieben. Die eigentlichen Nachttiere haben fahle, dunkle, unbestimmte Farben, leise Bewegungen, und viele verhalten sich still wie die Nacht.

1579. Die Lebensdauer der Thiere richtet sich weder genau nach ihrer Größe noch nach ihrer systematischen Stellung, obschon im Allgemeinen größere Thiere des ganzen Reiches und wieder jedes besonderen Typus länger leben als kleine, in welchen wegen der geringen Masse alle Proceßse sich rascher abwickeln und die wenigere Substanz schneller abgenutzt ist. Man behauptet, daß Walfische, Elephanten, Papageien, manche Fische 100—200 Jahre alt werden; aber die zuverlässigen Erfahrungen sind sehr sparsam. Nach Buffon leben die Thiere etwa achtmal so lang als ihr Wachsthum dauert.

Das animale Leben.

a. Das Nervensystem und seine Verrichtungen.

1580. Leitung der Eindrücke in einem empfindenden Wesen ohne Nerven ist nur bei mikroskopischer Kleinheit und zartester Substanz möglich, bei größeren Geschöpfen mit differenten Geweben und vielfachen Hemmungen müssen bestimmte Bahnen für

die Leitung da sein, die sonst unter den Widerständen aufhören würde. Sie sind durch die Nerven gegeben, die mit Millionen Fasern durch alle Gebilde bis an die Peripherie bringen, während ihre centralen Ursprünge in Organen sich vereinigen, in welchen sich alle Reize sammeln und von denen alle Antriebe ausgehen.

1581. Die Substanz der einfachsten Thiere ist zugleich verdauend und athmend, sich bewegend und fühlend; in den höheren Thieren entwickelt sich für letzteres das Nervensystem, in gewisser Beziehung ein Mandatar der anderen Systeme, deren Zustände durch die Nerven beeinflusst, miteinander in Verbindung gesetzt, zum Bewußtsein gebracht werden. Das Nervensystem steht der Seele näher als die übrigen Systeme; durch das Nervensystem wird sie einer Einwirkung auf den Organismus fähig, welche in den verschiedenen Theilen ungleich groß ist. Man hat dasselbe einer Summe von Telegraphenbrähten verglichen, die zum Centrum allseitige Meldungen und zu der Peripherie die Befehle und Anregungen bringen. Die Nerven unterhalten nicht das Leben der Zellen, die es vielmehr selbständig in sich haben, aber sie unterhalten das Zusammenwirken der Organe für den Gesamtzweck des Lebens und stehen theilweise auch deren rhythmischen Bewegungen vor. — Man kann das Nervensystem mit einer gewissen Berechtigung das innere Licht der Thiere nennen, welches ähnlich auf ihre vegetativen Organe wirkt, wie das äußere Licht auf die Pflanzen.

1582. Infusorien und Rhizopoden haben keine gesonderten Nerven, bei den Hydroiden liegen um den Mund, bei den Scheibenquallen am Scheibenrande Nervenknoten, bei den Rippenquallen ist ein Nervenring mit ein paar Knötchen da, der an die Schwimmlättchen Nerven sendet, bei den Stachelhäutern laufen vom Schlundring Nerven strahlig nach der Peripherie. Bei den Würmern und Gliedertieren liegt am Bauche eine Ganglienkette als animales Nervensystem, deren Knoten der Länge und beziehungsweise auch der Quere nach durch Fäden verbunden sind, und oft ein sympathischer Nerv am Rücken; das erste über dem Schlund liegende Ganglion vertritt die Stelle des Gehirnes. Der Schlundring mit oberen das Gehirn repräsentirenden und unteren Knoten ist auch bei den Mollusken da, außerdem Ganglien-

paare im Rumpf, Fuß, Mantel, oft durch Commissuren verbunden. Ueberall treten aus den Ganglien Nerven für die Umgebungen hervor. Die histologischen Elemente des Nervensystems sind auch bei den Wirbellofen Nervenzellen und Fasern.

1583. Bei den Kopf- oder Wirbelthieren ist fast immer ein animales und ein vegetatives Nervensystem da; die Centralorgane des ersteren sind Hirn und Rückenmark; ihre Ausbildung und die Zahl der aus ihnen kommenden Nerven nimmt von den unteren Classen nach den oberen zu und erreicht im Menschen ihren höchsten Punkt, während das Hirn z. B. der tiefer stehenden Säugethiere embryonalen Formen des Menschenhirnes ähnelt. Die symmetrischen Hirnhälften stehen in Beziehung zum seitlich symmetrischen Körper; großes, mittleres und kleines Gehirn werden von besonderen Knochen umschlossen. Der harte Hirnschädel umschließt das Hirn nicht an allen Stellen beim Neugeborenen und zarten Kind unnachgiebig, sondern ist an den Fontanellen etwas elastisch, so daß hier ein Spielraum für Zu- und Ableitung von Flüssigkeiten gegeben ist. — Carus will im Gehirn nur drei große hintereinander liegende Massen annehmen, welche den drei Paar großen Sinnesnerven entsprechen: der vorderen die Nerven, der mittleren die Sehnerven, der hinteren die Hörnerven. Nach der Entwicklungsgeschichte würden im Gehirn mehr und zwar fünf Abtheilungen aufzustellen sein.

1584. Die entschieden symmetrisch gebildeten Nervenorgane zeigen sich unter der Gestalt von Strängen und Fäden, von Geflechten und Knoten, Ganglien; das Gehirn der vollkommeneren Thiere ist eine Vereinigung und Zusammenordnung letzterer. Die mikroskopischen Elemente sind wesentlich Nervenzellen, strahlige Zellen mit Kern, die in großer Zahl sogen. Belegungsmassen bilden, und Nervenfasern; nach Prévost und Dumas soll ein Nerv von noch nicht $\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser schon 16000 Nervenfasern enthalten. In den Nervenzellen unterscheidet man Kern und nucleolus, der Inhalt ist granulirt. Die Nervenzellen werden durch feinkörnige Interzellularmasse zusammen gehalten. Zellen ohne Ausläufer oder nur mit einem (apolare und unipolare) sind zweifelhaft. Diese Ausläufer oder Strahlen gehen oft in Nervenfasern über. Die Nervenzellen bilden vorzugsweise

die graue, die Nervenfasern die weiße Substanz; letztere stellt im Rückenmark die äußeren, im Hirn die inneren Stränge dar. Oft sind in die Nervenfasern bipolare Zellen eingeschaltet; multipolare, mit 4—20 Fortsätzen finden sich überall, wo Reflex- und Mitbewegungen zu Stande kommen sollen. Haufen von Zellen, durch kurze Commissuren verbunden und zahlreiche Primitivfasern ausfendend, bilden die sogen. Nervenkerne, kleine Centralorgane, aus welchen Nerven entspringen. Der n. vagus kommt aus einem Paar solcher Aggregate am verlängerten Mark; zerstört man diese, so wird das Athmen aufgehoben. Andere solcher Aggregate in den Vierhügeln und Sehhügeln vermitteln Licht- und Farbenempfindung, bei Hirncongestionen auch ohne die Augen.

1585. Die Nervenfasern, $\frac{1}{2000}$ — $\frac{1}{300}$ Linie dick, bis 3 Fuß lang, isolirte Leitungsdrähte vorstellend, bestehen aus Scheibe mit Mark oder ohne dieses, markhaltige gehen oft in marklose über. Sie theilen sich sowohl in den Cerebrospinal- als in den sympathischen Nerven in zahlreiche Äste, Fibrillen, welche, ohne Schlingen zu bilden, sich an Gewebselemente oder an Endknospen (Stäbchen der Retina, Tastkörperchen, Endknospen in den Pacinischen Körperchen) ansetzen und ihre centralen Enden gehen wohl sämmtlich in Nervenzellen über. In einem menschlichen Körper sind mehrere Millionen Nervenfasern da, unter welchen man sogen. organische oder trophische unterscheiden will, welche nur vegetative Einrichtungen vermitteln, dann motorische, sensible, Fasern der vier Localsinne oder sensuelle, und nach Einigen noch „Denkfasern“. Nur bei den sensibeln Fasern kann sich die Empfindung zum Schmerz steigern. Die drei höheren Sinnesnerven verhalten sich nach Rud. Wagner wie Hirnthteile, bestehen nämlich aus zartscheidigen, oft sehr feinen Fibrillen mit dazwischen gestreuten Körnchen und fortsatzlosen Zellen. Alle Hirn- und Rückenmarksnerven erhalten Fasern auch von der entgegengesetzten Seite. Beim Frosch gehen nach Kühne die Nervenprimitivfasern dunkelrandig bis an die Muskelfaser, dringen in deren Inneres ein, werden blaß und endigen theils mit freien zugespitzten Ausläufern, theils mit besonderen, eigenthümlich gebildeten Endorganen, von Kühne Nervenendknospen genannt. Beim Eintritt der Nervenröhren in die Muskelfasern soll die

Nervenscheibe mit dem Sarcolemma verschmelzen, und weil das Nervenmark gewöhnlich hier ein Ende hat, sollen die blassen Nervenröhren im Innern der Muskelfasern nur Fortsetzungen des Axencylinders sein, der sich in 5 bis 10 und mehr Aestchen theilt, an welchen die länglich runden Nervenendknospen sitzen, welche noch kleiner sind als die Muskelkerne. — Kölliker bestätigt Kühne's Angaben, daß die Muskelnervenröhren überall noch in blasser, meist verzweigte feine Endäste auslaufen, die aber nicht Fortsetzungen der Axencylinder, sondern Verlängerungen der Scheibe und des Inhalts der dunkelrandigen Nervenröhren seien; die Endknospen hingegen seien nur Zellkerne und die ganze Verästelung liegt außen auf dem Sarcolemma. Die sensibeln Fasern verhalten sich so, daß vom Nervenstamm einzelne Fasern sich ablösen und sich verästelnd über den Muskel auch an den Stellen ausbreiten, wo motorische Fasern ganz fehlen. In der Hornhaut des Frosches gehen nach Kühne die Axencylinder der Nerven in die Fortsätze der mit contractilem Plasma erfüllten Hornhautzellen über und verschmelzen mit ihnen. Stieda sah an den peripherischen Ganglien der Hirn- und Rückenmarksnerven der Knochenfische die Nervenfasern in die Nervenzellen so übergehen, daß sich der Ausläufer der Zelle unmittelbar in den Axencylinder der Nervenfasern fortsetzt, so daß Zellsubstanz und Axencylinder ein continuirliches Ganze sind. Nach M. Schulze gehen am Niesorgan des Menschen und der Wirbelthiere die Nervenfasern in Epithelialzellen über, und diese stellen deren peripherische Endanschwellungen dar, weshalb sie Schulze Nieszellen nennt. Auch in den übrigen Sinnesorganen gehen die Nervenröhren in Epithelialzellen über und solche bilden im Gehörorgan die Hörzellen. Die peripherischen Enden der Ampullen- und Vorhofsnerven verlängern sich in lange steife Härchen, welche die wahren Hörnervenenden sind. Die Geschmacksnerven endigen in der Zunge in Zellen, Schmeckzellen, deren Zusammenhang mit den Nervenenden Reih nachgewiesen hat. Und in der äußeren Haut höherer Thiere überschreiten die Nervenröhren die Grenze zwischen Bindegewebe und Oberhaut und gehen in feine, über die Oberfläche des Körpers hinausragende Härchen über: Fühl- oder Tasthärchen.

1586.* Tastkörperchen kommen beim Menschen und den Affen nur auf der Haut der Hände und Füße vor; die Querstreifen in ihnen sind nach Meißner Endverzweigungen der in sie eintretenden Nervenfasern. Die Pacini'schen Körperchen, $\frac{1}{2}$ —1" lang, elliptisch, aus mehreren ineinander geschachtelten Kapseln bestehend, bilden Bläschen, an verschiedenen peripherischen Nervenstämmen aufsitzend, meist an denen der Hand oder des Fußes. In ihre Höhle tritt eine Nervenfaser, welche ihr Aussehen ganz ändert und mit einem freien, einfachen oder gabligen Ende aufhört. Pacini verglich sie mit den elektrischen Organen der Zitterfische und ließ sie die lebensmagnetische Einwirkung vermitteln.

1587. Die Nerven bestehen aus einer mehr oder minder großen Zahl von Primitivfasern (viele zugleich aus sensibeln und motorischen) und vertheilen diese an die Organe. Indem einzelne Nerven Zweige von anderen empfangen und solche an sie abgeben, entstehen verwickelte Verhältnisse. Die Ursprungspunkte der Nerven aus den Centralorganen und ihre Endpunkte in der Peripherie sind constant, aber ihr Verlauf zwischen diesen Punkten bietet vielerlei Abänderungen dar.*) Im Hirn verlaufen die Fasern nicht bloß der Länge nach, sondern in vielfach verschlungenen Curven; in ihm und im verlängerten Mark finden sich zahlreiche bogenförmige Fasergruppen, welche die gegenüber stehenden peripherischen Punkte miteinander verbinden: so im großen und kleinen Hirn die Commissuren, die *fibrae arcuatae* der Lappen, Windungen und Blätter, im verlängerten Mark die Gürtelschicht. Auch im Rückenmark verlaufen Massen von Fasern bogenförmig und werden von gerade laufenden durchkreuzt. Der geometrischen Anordnung der peripherischen Nervenenden entspricht eine ähnliche der centralen Enden im Gehirn.

*) Krause und Zeligmann, die Nervenvarietäten beim Menschen, Leipzig 1868.

1588. Die histologischen Elemente des Hirns und Rückenmarkes (außer den Gefäßen) sind feinkörnige Muttermasse, Nervenkerne, Ganglienzellen und Primitivfasern. Die Ganglienzellen verbinden sich untereinander, geben Primitivfasern den Ursprung und alle Verbindung und Uebertragung bei Primitivfasern

geschieht durch die multipolaren Ganglienzellen. Die verschiedenen Anhäufungen der Nervenzellen sind als Innervations-Provinzen von verschiedenem Werthe zu betrachten. Die graue Substanz des Hirns besteht hauptsächlich aus feinkörniger Masse, kleineren kernähnlichen Zellen, größeren strahlenlosen und strahligen Zellen, nebst den durchsetzenden Fasern. In verschiedenen Hirnnerven und Hirnthellen findet man Gruppen eigenthümlicher Nervenerne als Centralorgane für gewisse Muskelgruppen, oder sie sind bei der Hör- und Schmerzempfindung theilhaftig. Millionen kleiner verbundener Zellen decken die Randwülste der Halbkugeln und geben Millionen feinen Fasern den Ursprung, welche die weiße Hirnsubstanz bilden, alle Sinnesindrücke zu den Randzellen, alle Willensimpulse von diesen leiten, weshalb sie R. Wagner psychische Zellen nannte. Alle Zellen sind in feinkörnige Intercellularsubstanz eingebettet, die von den Capillaren durchzogen wird. Die Zellen sind höchst empfindlich für die Blutmischung, daher ihre schnelle Reaction gegen Narcotica.

1589. Der sogen. Axenchylinder der Nervenfasern bildet sich vielleicht erst bei der chemischen Behandlung durch Gerinnung des Syntonins, im lebenden Zustand muß das Nervenmark fast flüssig sein. Chemisch bestehen die Nervenorgane aus eiweißartiger Substanz mit etwas Schwefel und Phosphor. Im Aetherextract menschlicher Hirnsubstanz fanden sich 1,68 — 2,53 Procent Phosphor, bei Thieren 1,53 — 3,40. Ein constanter Unterschied im Phosphorgehalt von Thier- und Menschenhirnen besteht nach Lehmann nicht. Die Hirnsubstanz hat im Gegensatz zu ihrem sonstigen chemischen Charakter die Eigenschaften einer Säure, und enthält viel mehr Sauerstoff als die organischen Basen. (Riebig.) Man behauptet, das Menschenhirn enthalte am meisten Fett, und je niedriger ein Thier stehe, desto kleiner sei der Fettgehalt. Die Nervenfasern scheinen sich durch Anziehung der Flüssigkeit in den Nervenzellen zu ernähren und bei schlechter Ernährung sinkt der Muskeltonus.

1590. Der liquor cerebialis in den Hirnhöhlen und zwischen der Spinnwebenhaut und pia mater des Hirns und Rückenmarkes, dem sogen. Subarachnoidealraum, eine wasserhelle dünne Flüssigkeit, wird durch das Athmen in unaufhörliche

- Bewegung gesetzt, indem beim Ausathmen die Venengeflechte des Rückgratcanals sich stark füllen und dadurch die Flüssigkeit im Subarachnoidealraum des Rückenmarks nach den Höhlen und Subarachnoidealräumen des Hirns drängen, aus welchen sie beim Einathmen größtentheils wieder abwärts fließen, so daß das Auf- und Abfluthen mit dem Aus- und Einathmen isochronisch sind. *) Die Arterien und Venen im Hirn und Rückenmark sind von Canälen umgeben, die allenthalben um sie einen cylindrischen Mantel bilden. In der grauen Substanz wird dieses „perivascularäre Canalsystem“ viel dichter, so daß dieselbe ein ganz schwammiges Gefüge erhält. Weil in Hirn und Rückenmark die quellungsfähige Grundsubstanz fehlt, die in den meisten Organen zunächst die aus den Blutgefäßen schwitzende Flüssigkeit aufnimmt, so sammelt sich im Hirn und Rückenmark die Ernährungsflüssigkeit in den privascularären Räumen. Sie gehören zu den Veranstellungen, Druck auf Hirn- und Nervensubstanz zu verhindern, was auch durch den liquor cerebro-spinalis, den gewundenen Verlauf der Arterien vor ihrem Eintritt in die Schädelhöhle, deren Anastomosen, die feine Vertheilung aller Gefäße außerhalb dem Gehirn in der Pia bezweckt wird. Schwellen durch Blutzubrang die Gefäße an, so tritt ein Theil der Flüssigkeit aus ihnen aus und geht in die perivascularären Räume über, die alle unter sich und mit den Lymphgefäßen zusammen hängen. **)

*) Luschka, die Adergeflechte d. menschl. Gehirns, Berlin 1855.

**) S. in Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1865.

1591. Hirn und Rückenmark sind Organe von so erstaunlicher Verschlingung der Fasersysteme, daß deren Explication für immer unmöglich zu sein scheint. In das unermessliche Telegraphennetz der Fasern sind unzählige Gruppen von Zellenaggregaten eingeschaltet. Das Volumen des Hirns verhält sich zu dem des Körpers beim Flußtreibers wie 1 : 4590, Karpfen = 1 : 1768, Frosch = 1 : 607, *Lacerta agilis* = 1 : 400, Haushuhn = 1 : 350, Ziege = 1 : 414, Rabe = 1 : 122, Menschen = 1 : 48,5. (Baumgärtner.)

1592. Nach Förg zerfällt das Gehirn zunächst in den Stamm und in den Mantel. Der Stamm, gleichsam das Rückenmark im Hirn, umfaßt alle Markgruppen, welche als Fort-

setzung der Rückenmarksstränge gesonderte Gebilde darstellen, und an welche sich die dem Hirn eigenthümlichen Gebilde legen. Der Stamm schließt nach aufwärts mit den gangliösen Gipfeln oder grauen Kernen, den Gehügeln und gestreiften Körpern. Der Mantel ist das Hirn im Hirn und begreift die ihm eigensten Gebilde, welche auf den Stamm aufgesetzt sind. Weil sich aber die Fasersysteme des Stammes in den Mantel fortsetzen, so unterscheidet man an diesem wieder als Fortsetzung der Rückenmarksfasern ein Stammsystem (*corona radiata*) und ein Belegungssystem, letzteres begreifend die nur dem Hirn zukommenden und in ihm bleibenden Fasergruppen; beiden Systemen gehört das große periphere Ganglion, die graue Rinde gemeinschaftlich an. Wie das Rückenmark mit der Außenwelt durch seine Nerven in einer niedrigeren Sphäre, so steht der Stamm mit seinen gangliösen Gipfeln durch die Sinnesorgane in einer höheren Weise in Verbindung, und wird dadurch zur Grundlage der Seelenthätigkeit. Der Mantel hingegen, auf den Stamm aufgesetzt, ist mit dem Leib in keiner unmittelbaren Nervenverbindung mehr, sondern Hauptsitz der Seelenthätigkeit. Abnorme Zustände des Mantels stören das organische Leben viel weniger als solche des Stammes. Die beiden Fasersysteme des Mantels laufen zwar gemeinschaftlich in die graue Rinde aus, haben aber verschiedenen Ursprung und verschiedene Function. Sein Stammsystem begreift alle von den Hirnschenkeln und den grauen Kernen kommende Fasern nebst solchen vom Kleinhirn und den Vierhügeln, setzt das Rückenmark, Kleinhirn, die Vierhügel, die Leibesperipherie mit der grauen Rinde in Verbindung und bringt alle Einwirkungen auf diese Theile in der grauen Rinde zum Bewußtsein. Umgekehrt übermittelt es an jene Theile die Bewegungsimpulse.

1593. Zur *corona radiata* kommt also das Belegungssystem, dessen Fasergruppen dem Hirn allein eigen sind, in der grauen Rinde der Randwülste beginnen und enden. Dieß System bezieht sich auf das innere Seelenleben, die höheren psychischen Functionen. Die Rinde jedes Randwulstes wird mit der des nächsten durch die *fibrae arcuatae*, entferntere Gruppen werden durch die Systeme der Längsfasern zur Einheit verbunden. In die graue Rinde oder Substanz der Randwülste münden alle

Stamm- und Belegungsfasern ein. Die wie ein Blumenthalkopf sich ausbreitende corona radiata bekommt Nerven von allen Hauptabtheilungen des Groß- und Kleinhirns, im Rückenmark finden sich die Fasern der peripherischen und auch der sympathischen Nerven, die alle nach aufwärts verlaufen, so daß in der grauen Rinde des Hirnmantels das ganze Nervensystem vertreten ist. Nicht aber in der grauen Substanz als solcher, sondern in der grauen Substanz der Randwülste vollziehen sich die höchsten Functionen des Nervensystems; ihre unzähligen Elemente werden bei den psychischen Processen zur Einheit zusammengefaßt, namentlich durch die Belegungsfasern, während die Stammfasern den Verkehr mit der Cerebrospinalaxe vermitteln. Je mächtiger die graue Rinde, desto entwickelter sind auch die weißen Fasersysteme und die Randwülste. Im Menschenhirn tritt die Rindensubstanz an einer kleinen Stelle durch den sogen. Mandelkern mit den Einsenkernen in Verbindung, und weil der Einsenkern nach einwärts mit dem Sehhügel und aschgrauen Hügel zusammenhängt, so fließen an dieser Stelle die Rinden beider Halbkugeln zusammen und werden zugleich mit dem Trichter, dem centralsten Hirnthheil, verbunden.

1594. Beide Hirnhälften werden durch die Commissuren, hauptsächlich den Balken, der wesentlich Commissur des Mantels ist, miteinander vereinigt, welcher (wie Treviranus, Wurbach, Förg glauben) bei der Sinneswahrnehmung die Thätigkeit beider Halbkugeln so verbindet, daß nur eine Vorstellung entsteht. Fehlt der Balken oder ist er krank, so werden die Wahrnehmungen zerstreut oder es tritt Blödsinn ein — nie hingegen Störung des Athmens und Verdauens. „Ist der Trichter das Hirnende der grauen Rückenmarksaxe, so bildet der Balken, im Gegensatz damit, als ein Collectivorgan der beiden Mäntel, den Schlußstein des ganzen Hirnbaues.“ Die verschiedenen Faserbündel im Hirn legen sich vielfach aneinander und verflechten sich, besonders gegen die Peripherie zu, so, daß man an jeder Stelle zwei, drei und mehr verschiedenartige Fasern beisammen findet. Das große Gehirn umschließt in seinen Halbkugeln nur zwei Ganglienpaare, Systeme von grauen Kernen: die gestreiften Körper und die Sehhügel. Die Vierhügel gehören nicht zum großen Gehirn,

sondern stellen eine eigene, zwischen ihm und dem kleinen Gehirn liegende Abtheilung dar.

1595. Mit Recht stellt Förg bei der Lehre vom Gehirn die Morphologie über die Mikroskopie und Histologie; erstere nur kann den großen Zusammenhang des Ganzen aufdecken, die einzelnen Systeme als Träger bestimmter Functionen wahrscheinlich machen. Im Hirn, sagt Förg, ist nichts Isolirtes, so wenig wie beim psychischen Proceß, und darum nichts bloß als Einzelnes und empirisch zu Erfassendes. Er glaubt, daß im Hirn ein organisches Causalitätsgesetz herrscht, welchem das mechanische untergeordnet ist. Die Specification der Hirnfunctionen beruht nicht in den histologischen Elementen, die sich wesentlich nicht voneinander unterscheiden. Stoffwechsel und elektrischer Proceß im Gehirn, überhaupt physikalische und chemische Gesetze erklären seine Functionen nicht. Das Hirn ist eine höhere Entwicklung, eine Steigerung des Rückenmarkes; alle seine einzelnen Bildungen, Kerne, Fasersysteme u. haben, isolirt genommen, keine Bedeutung, sondern nur im Zusammenhange, als Momente des Processes, welcher seine Vollenbung durch die Bildung des Mantels bekommt. Wie bei den Functionen ihr Zusammenhang und die genetische Entwicklung die Hauptsache ist, gerade so ist es bei der Betrachtung des Hirnbaues; beide Gliederungen, die der Functionen und des Hirnbaues, decken sich. *)

*) Förg, die Bedeutung d. Balkens im menschl. Hirn, München 1855.

1596. Das Rückenmark, ein aus unzähligen weißen Nervenfasern und grauen, hier in der Mitte liegenden Nervenzellen bestehender walziger Strang, liegt locker im Canal der Wirbelsäule, hängt nach oben durch das verlängerte Mark, welches am Hinterhauptsloche beginnt, mit dem Gehirn zusammen und wird von den gleichen drei Häuten wie das Gehirn umschlossen, nämlich der harten Haut, der Spinnwebenhaut und weichen oder Gefäßhaut. Sein unterster Theil verbünnt sich zum sogen. Rückenmarkszapfen. Beim Menschen füllt das Rückenmark den unteren Theil des Wirbelcanals lange nicht aus, weil es in seiner Längenentwicklung hinter der der Wirbelsäule zurückbleibt. — Man kann das Rückenmark als Fortsetzung des Gehirns oder letzteres auch als seine Entfaltung und Blüthe ansehen.

1597. Bei den obersten Thieren und dem Menschen entspringen aus dem Gehirn zwölf, aus dem Rückenmark einunddreißig Nervenpaare. Hirnnerven sind der Niesnerv, Sehnerv, Augenmuskelnerv, Kollmuskelnerv, der dreitheilige Nerv, äußerer Augenmuskelnerv, Antlitznerv, Hörnerv, Zungenschlundkopfnerve, der herumschweifende oder Stimm-Zungen-Magennerve, der Willisische oder Nackenrückennerv und der Zungenfleischnerv. Man sieht, daß die Hirnnerven den Functionen der vier oberen Sinnesorgane, der Stimmwerkzeuge und eines Theils der Eingeweide vorstehen. Die Rückenmarksnerven bestehen nur aus bewegenden und empfindenden Fasern und theilen sich in 8 Halsnerven, 12 Brustnerven, 5 Lendennerven, ebenso viel Kreuzbeinnerven und 1 Steißbeinnerv. Die Rückenmarksnerven entspringen mit doppelten Wurzeln, deren hintere (obere) lauter sensible Fasern, deren vordere (untere) motorische Fasern enthalten. Es treten aber einzelne sensible Fasern zu den motorischen Wurzeln und im weiteren Verlauf stellt sich jeder Rückenmarksnerv als ein gemischter dar, so daß sowohl die Hautnerven motorische, als die Muskelnerven sensible Fasern enthalten.

1598. Schon bei den Weich- und Gliedertieren kommt es zu einer Gegenstellung von animale und vegetativem sogen. sympathischen Nervensystem. Beide sind ursprünglich auf mehrere Centralmassen mit ausstrahlenden Nerven angelegt; beim animalen Nervensystem liegen diese im Kopf und haben die Neigung, einander immer näher zu rücken und zu einem übermächtigen Gebilde, dem Hirn, sich zu vereinen, im sympathischen bleiben sie in doppelter Hinsicht getrennt, indem ihre Centralmassen sowohl als ihre beiden Seitenhälften eine gewisse Distanz einhalten. Indem die Fäden der sympathischen Nerven sich netzförmig verbreiten und zahlreiche Nervenzellen sich zwischen sie einlagern, entstehen vielerlei Geflechte und Knoten, Ganglienknoten genannt. Histologisch besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen vegetativem und animale System.

1599. Das sympathische Nervensystem erhält im Menschen und den Wirbeltieren seine Wurzeln aus den beiden Wurzelabtheilungen sämtlicher Rückenmarksnerven, hängt auch mit den meisten Hirnnerven zusammen und erstreckt sich auf jeder Seite

vom Kopfe bis zum Ende des Schwanzbeines. Seine Unabhängigkeit vom Cerebrospinalsystem ist nur eine theilweise und relative. Unter seinem Einfluß stehen hauptsächlich der Stoffwechsel, die Bildungs- und Wachsthumsvorgänge, aber auch diese unter Mitwirkung des Cerebrospinalsystems, welchem speciell dann Bewegung, Empfindung, Sinneswahrnehmung und psychisches Leben zur Regulation übergeben sind.

1600. Weil das Nervensystem in den höheren Organismen das Verknüpfende und Bestimmende ist, so wird es im Embryo zuerst angelegt und erscheint für die Gestalten der Thiere als maßgebender Grundriß, besonders deutlich bei Strahlthieren, Gliederfüßern und Weichthieren. Die Nerven strahlen ursprünglich nicht etwa von den Centralorganen aus, sondern in jedem Theil bildet sich als Centrales dessen Nerv und nur nach und nach treten alle Nervengebilde miteinander in Verbindung. Bloß die Nerven der vier oberen Sinne entstehen als Ausfaltungen aus der Centralnervenblase. Das Rückenmark bezieht sich auf das seröse, das sympathische System auf das Schleimblatt und letzteres entsteht aus einer an der Innenseite des serösen Blattes abgelagerten Bildungsmasse. Das sympathische System wird gegen das obere Ende des Rumpfes schwächer, gegen das untere stärker.

1601. Die Nervenfasern können dem Experiment zufolge zugleich centripetal und centrifugal leiten, z. B. der Sehnerv auch vom Hirn nach dem Auge einen Strom; aber im Leben findet die centrifugale Leitung (mit Ausnahme der Hallucination) nicht statt, weil am Centralende des Sehnerven kein Erregungsapparat ist. Motorische Fasern werden solche sein, deren periphere Enden nicht zur Aufnahme von Reizen gebildet sind. Millionen motorischer Fasern gehen in die Muskeln, Millionen sensibler von der Peripherie gegen die Centralorgane; erstere leiten die Bewegungsimpulse, letztere die Empfindungen. Nur wenige Nerven können Empfindungen veranlassen: namentlich die drei höheren Sinnesnerven, die große Wurzel des fünften Gehirnnerven, Zweige des 9., 10., 11., dann die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven. Die Stärke der Reize steht im Verhältniß

zur Intensität der Function. Je näher ihrem Ursprung, desto reizbarer sind die Nerven.

1602. Die Nervenfunction ist der elektrischen analog, wenn nicht mit ihr identisch. Die elektromotorischen Kräfte, durch das Zusammensein verschieden gearteter Elementartheile geweckt, erzeugen im Organismus elektrische Ströme. An den Berührungsflächen der verschiedenen Theile häuft sich positive und negative Elektricität an, bis das Streben zur Wiedervereinigung der getrennten Elektra sich mit der elektromotorischen Kraft ins Gleichgewicht gesetzt hat. An den Muskeln z. B. verhalten sich alle Stellen, die dem mittleren Querschnitt näher liegen, zu den ferner liegenden positiv; auch bei den Nerven ist die Längensfläche positiv und die Querschnittsfläche negativ elektrisch. Muskel- sowohl als Nervenstrom wachsen mit der Leistungsfähigkeit der Elementartheile und hören nach dem Tode auf, beide zeigen eine negative Stromesschwankung im Moment ihrer Thätigkeit. (Du Bois-Reymond.)

1603. Bereits der 1743 gestorbene Mathematiker Hausen in Leipzig erklärte Nervenprincip und Elektricität für identisch. Auch Galvani sprach von thierischer Elektricität, aber seine Ansicht wurde durch Volta zurückgedrängt. Durch Nobili, Matteucci, Du Bois-Reymond wurde erwiesen, daß Nerven und Muskeln in Wahrheit elektrische Apparate seien, deren elektrische Eigenschaften bald nach dem Tode erlöschen, und daß die Phänomene des Nerven- und Muskellebens mit dem elektrischen Zustand dieser Organe verbunden sind. Dabei hat sich aber herausgestellt, daß der elektrische Strom, welcher im Nerven sich bewegt, so lange der Nerv nicht functionirt, plötzlich an Stärke abnimmt, wenn der Nerv zur Bewegung oder Empfindung gereizt wird, so daß z. B. der Augennerv im Augenblick, wo man beim Erwachen die Augen öffnet, plötzlich weniger und dann immer weniger elektrisch wird, je mehr Licht in das Auge gelangt, und daß der Strom in einem motorischen Nerven schwächer wird, wie er den Muskel zum Zucken bringt. Dieses Abnehmen oder Aufhören des Stromes nennt man eben negative Stromesschwankung. Im Gegensatz zum Telegraphendraht functioniren also die Nerven dadurch, daß sie weniger elektrisch werden. Die flüssige Eiweißsubstanz in den von Blutgefäßen umspinnenen Nervenfasern und noch mehr

Nervenzellen, deren jede man einem Plattenpaar, einem galvanischen Element verglichen hat, ist es, welche die Elektrizität erzeugt. — Bei den Versuchen, welche Galvani, Aldini und Ure mit den Leichen eben Hingerichteter anstellten, wiederholten sich durch die Einwirkung des elektrischen Stromes die verschiedenen Körper- und selbst Gesichtsbewegungen in gräßlicher Weise.

1604. Der Telegraphendraht wirkt nur durch die Batterie, der Nerv hat in jedem Theil fortpflanzende Kraft. Man verglich daher richtiger den Nerv einer Reihe von Pulverkörnern oder einem Faden von Schießbaumwolle. Im Zustand der Ruhe verhält sich die Kraft der Nervenmoleküle latent; bei einem Reiz auf das periphere Ende eines Nerven wird in diesem ein bestimmter Zustand gesetzt, der, von Molekül zu Molekül fortschreitend, im Centralorgan als Empfindung erscheint. Damit hat zugleich in den Molekülen eine chemische Umkehrung stattgefunden, deren Ausgleichung wieder der Stoffwechsel herbeiführt.

1605. Während der Functionen der Nerven entwickelt sich in ihnen eine Säure, und es tritt eine chemische Aenderung ein, die man als Ermüdung fühlt; in der Ruhe wird durch die nie unterbrochene Wechselwirkung mit dem Blute die frühere Beschaffenheit wieder hergestellt. Die kleinsten in der eiweißartigen Flüssigkeit schwimmenden Theilchen sind in fortwährender Bewegung begriffen und üben Anziehung aufeinander aus. Die allgemeine Schwingung, welche durch Fortpflanzung der Bewegung von den einen auf die anderen eintritt, bewirkt, wie man annimmt, daß der elektrische Strom im ganzen Nerven scheinbar vermindert wird. Diese schwingende Bewegung, hervorgegangen aus einem Reiz, z. B. dem Willen, welcher auf den Nerven wirkt, bringt den Muskel zur Zusammenziehung, zu welchem der Nerv geht. Die Quelle der Nervenkraft wäre demnach der chemische Umsatz der Theilchen des Nerveninhalts, ihre weitere Erscheinung die elektrische Wirkung.

1606. Wie bei der Elektrizität der Ausdruck „Strom“ nur ein bildlicher, zur Veranschaulichung gebrauchter ist, ein solcher Strom nicht existirt, so ist es auch mit dem Nerven- und Muskelstrom. Die frühere Annahme eines Fluidums u., welches sich in den Nerven fortbewegen soll, ist wohl unhaltbar; vielmehr

scheint nur eine durch den Reiz erregte Bewegung und Zustandsänderung im Nerv wellenartig fortzuschreiten. Und zwar so, daß die zuerst erregten Moleküle die Spannkkräfte in den folgenden auslösen, deren Summe fortwährend wachsen kann — was den Gedanken an eigentliche Schwingungen ausschließt, da solche bei ihrer Fortpflanzung nicht an Stärke zunehmen, sondern nur gleich bleiben oder abnehmen könnten. Pflüger (die Physiologie des Elektrotonus, Berlin 1859) vergleicht die Erregung des Muskels durch den Nerven mit der bewegenden Kraft, welche der durch eine Schleufe regulirte Abfluß eines Gebirgssees (eines Magazins von Spannkkräften, weil alle Atome zu fallen streben) äußert. Die Nervenmoleküle sind fortwährend bestrebt, in Bewegung zu gerathen, können aber nicht, weil eine Molecularhemmung vorhanden ist. Die Spannkkräfte nennt Pflüger negative, die hemmenden positive; beim Nachlaß letzterer entladen sich die Spannkkräfte, setzen sich in lebende Kräfte um. Der Stoffwechsel strebt fortwährend nach Erhaltung der gleichen Summe der Spannkkräfte; Erschöpfung derselben wird durch zu starken Reiz herbeigeführt und schwindet erst nach einer gewissen Zeit.

1607. Von der Molecularbeschaffenheit, der Art und Stärke des Reizes, der Temperatur u. hängt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ab. Wärme befördert, Kälte und Nässe verzögert sie und erhöht den Leitungswiderstand. Mittelft der feinsten Zeitmesser hat man herausgebracht, daß die Schnelligkeit der Nervenleitung, welche man früher sehr groß glaubte, nur gering ist, im Frosch in 1 Secunde nur 60, im Menschen nur 200 Fuß beträgt, während der elektrische Strom im Telegraphendraht in der gleichen Zeit 64,000 Meilen zurücklegt. Da im Centralorgan die Bewegung sich noch verlangsamt, so vergeht $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ Secunde, bis ein Sinnesindruck zum Bewußtsein kommt.

1608. Die Empfindungen, welche die Nerven möglich machen, sind von einer Feinheit, welche durch die Meßinstrumente und chemischen Reagentien nicht erreicht wird. Daher die Möglichkeit, sehr schwache Abstufungen der Farben und Töne zu unterscheiden, unendlich kleine Mengen von Riechstoffen wahrzunehmen, wie den Moschus in den Zimmern der Kaiserin Josephine in Trianon noch nach 40 Jahren. Der Ruhezustand der Nerven wird nicht

empfunben, gewisse Formen und Weiten ihrer Thätigkeit erzeugen Lust, andere Schmerzgefühle; Lust kann leicht in Schmerz übergehen.

1609. In den Centralorganen werden combinirte Nervenproceße möglich gemacht. Weil in ihnen die Nerven gruppenweise geordnet und miteinander verbunden sind, so kann ein einziger Anstoß sehr complicirte Bewegungen veranlassen und sind deshalb auch junge Thiere sehr bald zu solchen geschickt. Eben deshalb lähmen gewöhnlich auch locale Störungen in Centralorganen gleich ganze Gruppen von Muskeln. Im Rückenmark kommen die meisten der combinirten Nervenwirkungen zu Stande, welche bestimmte Muskelgruppen zur Beugung und Streckung, An- und Abziehung der Glieder, zu den Bewegungen des Kopfes und Rumpfes reizen, wobei vermuthlich die inneren grauen Massen das wesentlich Bestimmende sind. Die aus dem Rückenmark kommenden Nerven setzen sich je aus zwei Wurzeln zusammen, deren hintere die Empfindung, deren vordere die Bewegung vermitteln.

1610. Sowohl im Rückenmark als im Gehirn scheinen die Erregungen nicht in den zunächst afficirten Fasern zu bleiben, sondern sich auf zahlreiche andere fortzupflanzen, worauf die Mitempfindungen, Mitbewegungen, Synergien beruhen. In den Centralorganen findet auch jene durch die Nervenzellen vermittelte Uebertragung der Erregung sensibler auf motorische Fasern statt, welche die letzteren zu den sogen. Reflexbewegungen veranlaßt. Auch im Rückenmark liegen die sensibeln und motorischen Fasern nebeneinander, und Nervenzellen, Belegungsmaße zwischen ihnen, welche unter gewissen Umständen ein unmittelbares Ueberspringen der Erregung von den sensibeln Fasern auf die entsprechenden motorischen veranlassen können, so daß die Leitung der Empfindungen nicht immer in das Hirn zu gelangen braucht, sondern oft schon im Rückenmark die motorischen Fasern zur Function angeregt werden. Daß ein Fallender die Hände vorstreckt, daß man bei rascher Annäherung eines Gegenstandes an das Auge unwillkürlich dieses schließt, daß bei Darmentzündung der Kranke die Bettdecke zerfritt, die unwillkürliche Harn- und Samenentleerung u. ist Reflexbewegung. An manchen Stellen werden die Hautnerven durch die Nerven-

zellen mit bestimmten Muskelgruppen in Verbindung gesetzt, so daß auf gewisse Hautreize bestimmte Bewegungen erfolgen, Erbrechen z. B. auf Reizung der Schleimhaut des Schlundes. — Manche Sympathieen, die Einige sämmtlich in das Hirn verlegen wollen, sind vielleicht im Rückenmarke begründet.

1611. Beim Einathmen treten zugleich und unwillkürlich Muskeln des Zwerchfells, des Brustkastens, Halses und der Nasenflügel in Action, wahrscheinlich, weil die Wurzeln der sie in Bewegung setzenden Nerven im verlängerten Mark durch Belegungsmaße miteinander verbunden werden. Stellt man sich vor, daß die in die Lungen tretende Luft die Verzweigungen der herumschweifenden Nerven erregt und diese Erregung im verlängerten Mark durch Belegungsmaße auf jene die Athmungsmuskeln bewegenden Nerven übertragen würde, so erschiene das Einathmen als eine Reflexbewegung, die sich fortwährend wieder hervorruft, indem durch die eingeathmete Luft abermal Reizung der herumschweifenden Nerven mit ihren Consequenzen erfolgt.

1612. Durch die reflectorische Uebertragung der Reize sensibler Nerven auf motorische werden nicht nur Nachtheile und Umwege vermieden, welche durch jene Reize nothwendig eintreten müßten, sondern auch nützliche Leistungen ausgelöst. Der Schrei des Schmerzes ist eine wohlthätige Compensation eines Theiles des heftigen Nervenreizes und kann den erlittenen Eingriff für die Oekonomie des Organismus minder bedenklich machen. Theils durch die Reflexbeziehungen, theils durch die Verbindung der Nerven und Muskeln einer Körperhälfte oder eines Gliedes untereinander werden viele zweckmäßige Bewegungen ohne Bewußtsein möglich. Die Bewegungen enthaupteter Frösche, welche täuschend bewußten und willkürlichen gleichen, sind doch nur Reflexbewegungen, zu Stande kommend dadurch, daß die Reizung bestimmter Hautnerven die Contraction bestimmter Muskelgruppen auslöst.

1613. Durch das Rückenmark wird das Gemeinfühl des eigenen Körpers zu einem räumlich Bestimmten; es pflanzt die ihm vom Gehirn zukommenden Willensantriebe auf alle aus ihm hervortretenden Bewegungsnerven fort und vermittelt die einfachsten Instincte. Jeder Abschnitt des Rückenmarks entspricht

einem bestimmten Körpertheil und alle wirken wieder zum Totalgefühl zusammen. Empfindung, Vorstellung und Bewußtsein werden hingegen nur durch das Gehirn möglich. Im Gehirn sind durch die centralen Nervenenden unzählbare Punkte der Peripherie, hiemit dem Wesen nach die ganze Peripherie repräsentirt, darum haben wir ein Bewußtsein vom Ganzen.

1614. Der polyädalische Bau des Gehirns mit seinen „Bergen und Thälern, Brücken und Wasserleitungen, Balken und Gewölben, Zwingen und Häfen, Klauen und Ammonshörnern, Bäumen und Garben, Harfen und Klangstäben“ ist für uns ein ungelöstes Räthsel. Weder die Bedeutung der einzelnen Hirnorgane und deren Function, noch der mikroskopische Bau, die Verbindung und der Verlauf seiner Millionen Fasern sind bekannt. Sicher sind die einzelnen Hirnorgane mit ihren bestimmten Nervengruppen Träger bestimmter Functionen, wenn auch wahrscheinlich in sehr anderer Weise als die Phrenologen sie annehmen. Aber die Organe wirken im Seelenleben ähnlich zusammen, wie etwa die Kumpforgane bei der Blutbildung; Störung ihres harmonischen Ineinandergreifens veranlaßt Störung des Bewußtseins und Denkens, Flucht der Vorstellungen, das Gefühl doppelter Persönlichkeit u. Der sogen. Hirnstamm, die Fortsetzung und höhere Entwicklung des Rückenmarks, welcher das Hirn durch die Nerven mit dem Leibe und der Welt verbindet, mag zunächst die Sinneswahrnehmungen und Gefühle vermitteln, der dem Stamm aufgesetzte sogen. Mantel, der durch keine Nerven mit dem Leibe zusammenhängt, das nähere Seelenorgan sein. Das Vorderhirn dient hauptsächlich dem bewußten Seelenleben, das Mittelhirn steht in Beziehung zum Gesichtssinn, denn aus ihm kommen die Sehnerven hervor und mit seiner Zerstörung tritt Blindheit ein, das kleine Gehirn regulirt die Bewegungen und vermag öfters gemachte auch sehr verwickelte Bewegungen selbst dann noch zu erregen, wenn das große Gehirn zerstört ist, durch welches doch nur die Einübung solcher Bewegungen geschehen konnte. Die Oliven des verlängerten Markes, welche bei stummen und stammelnden Menschen degenerirt gefunden wurden, scheinen bei den complicirten Muskelbewegungen des Sprechens betheiligt zu sein. Die verschiedenen Arten der Gefühls wahr-

nehmung sind wohl an verschiedene Hirnthteile gebunden; die Tastempfindung — und auch die Erregung willkürlicher Bewegungen — beim Menschen, wie man glaubt, an den Streifenhügel, Sehhügel und den über dem centrum semiovale gelegenen Theil der Halbkugeln. Es würden also die sich unterstützenden sensibeln und motorischen Nervenfasern im Hirne nahe beieinander liegen.

1615. Die besonderen Zustände der Organe des bildenden Lebens kommen, weil die Verbindung des sympathischen Systems mit dem cerebrospinalen eine unvollkommene ist, nur als Wohlgefühl oder Schmerz zum Bewußtsein. Nach den Organen und der Art der Affection ist letzterer höchst verschieden, wodurch eine große Summe von Krankheitsgefühlen gegeben ist, welcher eine ebenso große Zahl unangenehmer Vorstellungen entspricht.

1616. Bei höheren Graden der Aetherisirung oder Chloroformirung wird mit dem Bewußtsein Empfindung und Schmerzgefühl zugleich aufgehoben, manchmal bleibt die Empfindung eines Reizes, aber das Schmerzgefühl ist aufgehoben. Der Betreffende fühlt das Instrument an seinem Zahn, aber nicht den Schmerz beim Ausziehen, fühlt daß man ihn kneipt, sticht, schneidet, brennt, aber ohne Schmerz. Bei Wahnsinnigen, bei Exaltirten kommt ebenfalls solche Schmerzlosigkeit vor; ich erinnere an die Mebardenisten. Man wollte demnach Analgie, wo nur das Schmerzgefühl fehlt, von Anästhesie unterscheiden, wo mit diesem auch die Empfindung eines Reizes fehlt. Es müssen also in den Nerven zwei verschiedene Vorgänge nebeneinander stattfinden, von welchen nur einer oder beide aufgehoben werden können. — Viele Theile des Hirns und verlängerten Markes, namentlich solche mit vorherrschend weißer Substanz, empfinden Schnitte zc. schmerzhaft, andere, wie die oberflächlichen grauen oder gemischten Schichten des Groß- und Kleinhirns, durchaus nicht. Diese unempfindlichen sind es wohl, welche im Großhirn Bewußtsein und Denken vermitteln.

1617. Nach Magendie sind sich gewisse Hirnthteile diametral entgegengesetzt und halten sich, wenn unverletzt, das Gleichgewicht. Die gestreiften Körper vermitteln die Bewegung nach hinten, das kleine Gehirn nach vorn. Wird das kleine Gehirn bedeutend verletzt oder weggenommen, so entsteht ein unwider-

stehlicher Trieb zur Rückwärtsbewegung, ebenso zum Vorwärtslaufen nach Entfernung der gestreiften Körper. Die rechte Halbkugel des kleinen Gehirns bewirkt Bewegung nach links, die linke nach rechts; sieht z. B. ein Drehwurm in der rechten Hemisphäre des Kleinhirns eines Schafes, so erfolgt Drehen nach der rechten Seite, weil die linke Hemisphäre das Uebergewicht gewonnen hat. Ausschneidung des kleinen Gehirns raubt den Thieren die Fähigkeit, complicirte Bewegungen auszuführen. Man hat daher das kleine Hirn als das Coordinatsorgan der Bewegungswerkzeuge erklärt (Florens), wogegen geltend gemacht werden wollte, daß die unpassenden Gang- und Flugbewegungen nach Abtragung des kleinen Gehirns davon entstehen, daß die nöthige Fixation der Wirbelsäule und anderer Skelettheile unmöglich ist. (Valentin.) Aus gewissen Versuchen von Budge darf man schließen, daß auch zwischen Kleinhirn und Hoden eine nähere Beziehung stattfindet. Das kleine Gehirn entbehrt der reflectirenden Kraft, welche dem Großhirn, dem verlängerten und Rückenmark zukommt.

1618. Extirpation der Halbkugeln des großen Gehirns vernichtet das Bewußtsein, obgleich das Leben noch längere Zeit fortbauern kann. Wenn hiezu noch das verlängerte Mark ausgeschnitten wird, bleibt doch noch eine Reihe von Reactionen möglich, die aber nicht mehr in der Selbstbestimmung des Geschöpfes, sondern in der berechneten Verknüpfung bestimmter Nerven- und Muskelgruppen ihren Grund haben, so daß nach oft geübten Weisen noch zweckmäßige Handlungen etwa wie von Schlafenden automatisch verrichtet werden.

1619. Im Gehirn scheinen bei den psychischen Functionen die aus Nervenzellen bestehenden Belegungsmassen und jene Faserzüge besonders betheiligt zu sein, welche, dem Hirn ausschließlich angehörend, keinen Zusammenhang mit den Körpernerven haben. Die Belegungsmasse ist bei keinem Thiere so reich entwickelt wie beim Menschen und bildet sich später aus als der Hirnstamm. Schädigung der Belegungsmasse führt selten Störungen im leiblichen Leben herbei, wohl aber im seelischen.

1620. Man hat versucht, die Geistesthätigkeit als eine bloße Reflexbewegung des Gehirns darzustellen. Hirn und Rückenmark, weil sehr ähnlich in ihren Elementartheilen, sollen auch in ihren

Kräften und Berrichtungen sich gleichen; die weiße Substanz werde sich in beiden aufnehmend, empfindend, centripetal und centrifugal verhalten, im Gehirn theils Verstellungs-, theils Willensorgan sein. Die graue Substanz, welche im Rückenmark die Reflexe zwischen sensibeln und motorischen Nerven vermittelt, werde dieses auch im Hirn zwischen vorstellenden und wollenden Nerven thun; Reflexthätigkeit im Gehirn sei aber die Geistesstthätigkeit. Obschon der elektrische Strom im Gehirn weder Schmerz noch Muskelbewegung hervorrufft, kann das Hirn doch willkürliche Bewegungen veranlassen, ohne daß die im Vorstellungsorgan wirkenden Kräfte von den elektrischen ganz verschieden zu sein brauchen. Daß der elektrische Strom von den „Geistesnerven“ nicht (direct) auf die bewegenden Rückenmarksnerven geleitet wird, beruht wohl nur in der Anordnung der Elemente der Geistesnerven. Ausfließen der Milch säugender Frauen bei lebhafter Vorstellung eines saugenden Kindes, Erectionen, Ekst, Würgen bei erotischen und ekelhaften Vorstellungen zeugen für doppelte Leitungsfähigkeit der Nervenröhren, indem hier die erregten Vorstellungen auf dem Wege zurückwirken, auf dem sie gekommen sind, so in den peripherischen Organen wirken, als wären diese durch äußere Reize erregt worden. Vorwaltende Vorstellungen werden leicht zu Objecten des Denkens und Wollens; das Wollen bemächtigt sich immer neuer Vorstellungen, die das Denken erregen, was wieder das Wollen herbeiführt, unaufhörlich erregt das Denken das Wollen und umgekehrt. Wie aus den anfangs ungeordneten und zwecklosen Muskelbewegungen allmählig absichtliche und zweckmäßige werden, so aus dem bunten Spiel der Vorstellungsassociationen allmählig das logische Denken. Die wiederholte Vorstellung zweckmäßiger Muskelwirkungen wird allmählig zum leitenden Momente absichtlicher, und die Vorstellung zweckmäßiger Erregung von Vorstellungen wird zu leitenden Motiven der Denktthätigkeit. (Piberit.) — Reflexthätigkeiten im Gehirn mögen wohl Mitererscheinungen bei den Geistesfunctionen sein, aber das Hirn für sich allein kann nie Geistesfunctionen vollziehen.

1621. Die Triebe sind in den körperlichen Organen begründet, deren Bedürfnisse in den Nerven Spannungen setzen,

welche, Ausgleichung fordernd, im Gehirn sich zum bewußten Begehren gestalten. In den Elementen des Gehirns muß ein unaufhörlicher Wechsel von Erregungen, Spannungen, Uebertragungen und Ausgleichungen stattfinden; Empfindungen erregen Vorstellungen und diese wieder Begehren. Erinnerung und Gedächtniß, obschon geistige Fähigkeiten, fordern doch die Mitwirkung der Gehirnelemente.

1622. Durch Vermittlung des Gehirns werden die chemischen und physikalischen Vorgänge aus der Form der Aeußerlichkeit, der Zeit und Ausdehnung in die Form der Empfindung und Vorstellung gebracht, in die Sprache der Seele übersetzt und ihre Willensimpulse in mechanische Vorgänge umgewandelt. Diese doppelte Transposition ist möglich, weil Geist und Materie nur relativ verschieden, im tiefsten Weltgrunde geeinigt sind; der Geist wirkt auf das Geistige im Stoff und umgekehrt; die Zustände beider wirken aufeinander, denn mit der mechanischen Bewegung des Stoffes ist immer ein bestimmter Zustand desselben gesetzt; der Mechanismus ist das Vehikel und Durchgangsglied, womit Geist und Materie aufeinander wirken. Was in unserem Gehirne vorgeht, ist ebenso gut eine Bewegung des universalen Lebens als was im Leibe und der äußeren Natur geschieht. Daß in dem einen und anderen Fall das Geschehene zugleich zum Bewußtsein kommt, ist eine Folge des Daseins von Sinnesorganen und einer geeigneten Organisation des Gehirns, welches nicht nur receptiv und activ gegen das Aeußere, sondern auch gegen das Innere, den Geist sich verhält.

b. Schlaf und Traum.

1623. Wenn der Innervationsproceß im Gehirn eingestellt wird und nur im Rückenmark und sympathischen System fortbesteht, tritt der Schlaf ein, zwischen welchem und dem Wachen es Mittelzustände gibt, wo noch nicht alle Innervation im Seelenorgan sistirt ist. Das Aufhören derselben ist aus einer Erschöpfung der Nervenkraft zu erklären, welche nicht allein durch ihren Verbrauch im Hirn, sondern auch in anderen Organen, durch Ermüdung, Hunger, Kälte eintreten kann. Die Erzeugung

neuer Nervenkraft aus dem Blute wird in der Regel durch Ruhe herbeigeführt; ist sie bis zu einer gewissen Höhe fortgeschritten, so tritt das Erwachen ein. Der Embryo schläft immer, der Säugling sehr viel, besonders der vorzeitig geborene, weil das bildende Leben vielen Aufwand erfordert, so daß für Erzeugung von Nervenkraft wenig übrig bleibt.

1624. Nach Purkinje wird im Schlaf der Stabkranz des großen Gehirns, der die Leitung zwischen ihm, dem kleinen Hirn, oberen Sinnesorganen und Rückenmark vermittelt, unthätig, und hiedurch die Nervenströmung vom Großhirn, welche Bewußtsein und Willkür möglich macht, aufgehoben, hiemit werden Sinnesorgane u. gelähmt. Mit dem Schlafe tritt ein Zustand ein, „der in Lockerung oder Zerfallenheit der Seelenelemente übergeht, wo jedes in seiner monadischen Bewußtheit vereinzelt verharrt, indeß die das Wachen bedingende, alles einende Thätigkeit feiert“. „Mit jeder Nacht sinken wir dahin zurück, woher wir gekommen ... in süßer Gedankenverwirrung weicht unser Geist zuerst zurück aus den Hemisphären in die Kette der großen Hirnganglien. Auch sie aber werden gelähmt, Streifenhügel, Seh- und Bierhügel vermögen weder den Blick mehr zu beleben, noch die Glieder zu stützen ... Nur der ewig wache Quell unseres Lebens, das verlängerte Mark, bleibt unversehrt von diesem Rückgange. Gleich dem Herzen das primo movens und das ultimo moriens, erhält es noch das Spiel der vitalen Proceßse selbst. Ueber diese Grenze hinaus, und es erfolgt Ohnmacht und Tod.“ (Huschke.)

1625. Der Schlaf ist ein periodisches Zurückkehren in den späteren Embryozustand, wo schon Bewegungen und Sinnesrührungen beginnen; darin liegt seine beruhigende und stärkende Kraft; Schlaflosigkeit führt Abmagerung und frühes Altern herbei. Andererseits ähnelt das Einschlafen dem Sterben durch Gefühl der Mattigkeit, verminderte Wärmezeugung, Unfähigkeit deutlich wahrzunehmen und zu denken, man unterscheidet nicht mehr Gestalten und Töne, sieht wie durch Nebel, hört nur Geräusch, der Blick wird seelenlos, das Auge dreht sich zuletzt nach oben und innen, die Muskeln erschlaffen. Im Schlafe wird die Thätigkeit der Nerven-, Sinnes- und Bewegungswerkzeuge herabgestimmt, die der Ernährungsorgane erhöht. Zieht ein Schlafender ein

gereiztes Glied zurück, so geschieht dieses durch Reflexbewegung, wie bei einem enthaupteten oder enthirnten Thiere.

1626. Noch mehr als die schwachen äußeren Sinnesregungen im Schläfe wird der stets durch das Gehirn gehende Blutstrom, werden die Zustände der Körperorgane, welche durch die Nervenverbindungen auf das Gehirn wirken, in diesem Lebensthätigkeiten hervorrufen; im Schläfe schlafen nicht alle Hirnorgane, sondern wesentlich nur die, welche das Bewußtsein vermitteln und denen periodische Thätigkeit eigen ist, wie etwa den willkürlichen Muskeln im Vergleich mit den unwillkürlichen, fortwährend thätigen. Veranlassung zu Empfindungen und Vorstellungen ist also auch im Schläfe gegeben, aber beide sind als solche nur in einem empfindenden und bewußten Wesen vorhanden, was der Mensch im Schläfe nicht ist; nur der wache Mensch ist der ganze Mensch. Oesters schläft man und denkt doch über ein bestimmtes Verhältniß, ein Geschäft u. nach, — aber dieses Denken und das Bewußtsein hievon ist dumpf und minder lebhaft als im wachen Zustande. Theilweises Wachen gewisser Hirnorgane erzeugt den Traum, dessen im Thierreiche nur Säugethiere und Vögel fähig zu sein scheinen, und der durch seine chaotische Beschaffenheit und logische Zerrissenheit deutlich zeigt, daß ein einheitliches Zusammenwirken aller Organe, wie es das wache Bewußtsein forbert, nicht vorhanden ist.

1627. Das Bewußtsein schwindet im Einschlafen allmählig und erlöschet im tiefen Schläfe ganz. Der Geist scheint auch im Schläfe wach zu sein, aber er hat kein Bewußtsein davon. Leise Sinnesrührungen, namentlich des Gehörs und des Gefühls, finden auch im Schläfe statt; aber noch mehr zeugt für das Wachsein des Geistes die Fortsetzung im Schläfe begonnener Gedankenreihen nach dem Erwachen und auch das Zeitgefühl, was das Erwachen zu einer vorausgewollten Stunde möglich macht. Nähert sich die Quantität der Nervenkraft einer gewissen Größe, so reichen schon leichte Sinnesrührungen hin, das Erwachen herbeizuführen.

1628. Im sogen. Schlafwachen bleiben jene Hirnorgane in Thätigkeit, welche die intellectuellen Functionen vermitteln, die dem Gehirn speciell eigenen Fasersysteme und die Belegungsmassen, während die anderen, welche die Verbindung mit dem Körper

herstellen, also die sensibeln und motorischen Organe, außer Thätigkeit gesetzt sind, weshalb der Seele fast keine Perceptionen von äußeren Dingen zukommen und sie in den höheren Graden fast alle Macht über den Körper verliert. Anders ist das Verhältniß wieder beim Nachtwandeln, wo im Gegentheil eine energischere Einwirkung auf die Bewegungsorgane stattfindet als selbst im Wachen, während die Perceptionen durch die Sinne beschränkt und eigenthümlich modificirt sind. *)

*) Vergl. über Traum, Nachtwandeln, Schlaf meine „mythischen Erscheinungen der menschlichen Natur“, S. 51, 115 ff., und die „Blicke in das verborgene Leben des Menschengesistes“, S. 30 ff., 64 ff.

c. Die Sinnesorgane.

1629. Im Einklang mit dem Weltganzen, nicht bloß ihm äußerlich angepasst, entwickelt sich das Sinnensystem. Indem die Welt diese ist, so haben sich eben diese Sinne entwickelt, weil beide in ihrem Grunde Eines sind; die Sinnesorgane drücken das Wesen der Welt aus und diese schaut sich in ihnen an. Es ist dieselbe weltbildende Kraft, welche die Dinge schafft und zur Wahrnehmung bringt. Sie schafft sie nach den ihr vorschwebenden Urbildern, sie bringt sie zur Wahrnehmung, indem sie selbe aus der Außerlichkeit wieder in die Innerlichkeit, aus der Materialisirung wieder in die Urbilder zurückführt. Dieß ist nur im Geiste möglich; durch die sinnliche Wahrnehmung des Universums gelangt der Individualgeist zu einer Vorstellung der Gedanken des univ. versellen Geistes.

1630. Die Sinneswahrnehmung verläuft, wie Ernährung, Athmung, Kreislauf, Ausscheidung, ohne unser Zutun, ohne die Möglichkeit, den Proceß abzuändern. Wir haben nur durch Nebenorgane die Macht, gewisse Sinnesorgane in Wirksamkeit treten zu lassen oder nicht. Das Auge z. B. verhält sich wie der photographische Apparat; man kann die Lider, wie hier die Klappe, schließen, aber wenn man sie geöffnet hat, den Proceß nicht beherrschen. Ebenso kann man Nahrung nehmen, muß aber die Verdauung und Aufsaugung ihren eigenen Gesetzen überlassen, kann athmen, aber die Oxydation des Blutes nicht hindern, kann zeugen, aber die Entwicklung nicht regieren. Man kann Speise-

aufnahme und Zeugung vornehmen oder nicht; beim Athmen fällt auch diese Möglichkeit weg. Bis auf einen gewissen Grad kann man die nervöse Strömung nach den Sinnesorganen verstärken und deren Energie erhöhen. Die Sinnesorgane, theilweise zum Gebrauch in die Macht des bewußten Principes gegeben, wirken doch frei von ihr nach eigenen Gesetzen. — Mängel in ihrer Organisation oder Function erzeugen Illusionen und Hallucinationen, die oft den Menschen beherrschen; er glaubt, was ihm die Sinne sagen.

1631. Mit der Ernährung und Assimilation hat die Sinneswahrnehmung insofern Aehnlichkeit, als hier wie dort ein Aufnehmen eines Aeußeren und stufenweises Verwandeln desselben in das eigene Wesen stattfindet. Die Sinneswahrnehmung ist ferner ein Verinnerlichungsproceß, welchen nur der Mensch und das Thier vollziehen kann, weil nur diesen die innerlichen Regionen zukommen, welche dem Innern der Dinge entsprechen. Es muß hiebei das Materielle in Seelisches transponirt werden; dies ist nur möglich, indem nicht die Materie als solche, sondern ihre Form, Thätigkeit und inneres Wesen aufgenommen wird, das, was in ihr selbst, so zu sagen, seelisch ist. Die Seele erkennt aber in den Vorstellungen, welche sie sich von der Sinnenwelt bildet, eine reale, von einer außer ihr seienden Kraft hervorgebrachte Welt, nicht eine Traumwelt, wie sie etwa in sich selbst erzeugen kann.

1632. Alle Sinnesorgane nehmen zunächst nur Bewegungen wahr: Bewegungen des Lichtäthers, des Schalles, des Elektromagnetismus, der Wärme, ferner Cohäsionszustände der Körper. Erst im Gehirn erfolgt die Zusammenordnung dieser Bewegungen zugleich mit Festhalten ihrer Discretion, und erst in der Seele kommt es zu Bildern und Vorstellungen. Die Sinnesorgane sind nur physikalische und chemische Apparate für Nachbildung, Brechung, Concentrirung, Leitung dieser Bewegungen. Während das Getaft für Wahrnehmung äußerlicher Formen, der Schall-, Wärme- und Lichtsinn für die von Bewegungen bestimmt sind, ist es Aufgabe des Riech- und Schmecksinnes, den elektrischen und chemischen Proceß nachzubilden, durch welchen die riech- und schmeckbaren Dinge das sind was sie sind. Jede Speise ist ein in

chemischem Proceß Begriffenes, welcher auf der Schleimhaut der Zunge nachgebildet wird, wie der elektrochemische Proceß auf der Schleimhaut des Riechorganes. In den brechenden Medien des Auges findet ein physikalischer Proceß statt; die vor der Retina liegenden Theile sind ein optischer Apparat, die Retina ist ein chemischer, wie die photographische Platte; im Ohr ist der Gehörgang der Pupille vergleichbar, Trommelfelle und Knochengebilde den brechenden Medien. Die Nerven scheinen überall nur Leiter zu sein und die Verschiedenheit des Geleiteten nicht in ihnen, sondern in den vor ihnen liegenden präparatorischen Organen zu liegen, welche nach ihrer Beschaffenheit diese oder jene Bewegungen der äußeren Dinge aufnehmen und demzufolge diese oder jene in den Nerven sich fortpflanzenden Molecularänderungen veranlassen.

1633. Bleibt eine Bewegung bloß in der äußeren sinnlichen Region, so kommt es zu keiner Vorstellung von ihr; sie kann aber nach einer sehr kurzen Zeit noch nachträglich zum Bewußtsein kommen, weil die Bewegung in der äußeren Region nur eine sehr kurze Dauer hat. In der Seele hingegen haben die Bilder eine sehr lange Dauer, weshalb wir uns vor vielen Jahren gesehener Gegenstände und Personen noch lebhaft erinnern können, sie selbst noch zu erkennen vermögen, wenn sie sich auch theilweise geändert haben. Solcher Bilder können in der Seele unendlich zahlreiche vorhanden sein, denn sie sind unräumlich und immateriell. — Die Sinnesvorstellungen niederer Thiere sind arm an Detail, an specificirten Momenten, daher einfach und unbestimmt. Gewisse Empfindungen sind wohl auch ohne Nerven und Sinne möglich, finden daher auch bei nervenlosen Thieren statt. Es gehört hiezu eine weiche halbflüssige Beschaffenheit der Körpersubstanz, jener der Nervensubstanz ähnlich, welche Bewegung der Moleküle gestattet.

1634. In Beziehung auf das Seelenleben ist allen Sinnen gemeinsam, Empfindung und Vorstellung zu erregen. Zum höheren Seelenleben haben jedoch nur zwei Sinne eine nähere Beziehung und zwar der Hörsinn zu Gemüth und Phantasie, der Seh sinn zu Vernunft und Verstand. Sie sind die einzigen Sinne, welche nur zum Seelenleben Beziehung haben, die idealen

Sinne, während die anderen, die materiellen, zugleich mit Leibes-Systemen verbunden sind. Man nimmt beim Menschen und den obersten Classen der Thiere gewöhnlich nur fünf Sinnesorgane oder besser Arten der Sinneswahrnehmung an, sollte aber sechs annehmen, da sich Tasts- und Wärmeempfindung unmöglich zusammenwerfen lassen. Es mögen im Thierreich Sinneswahrnehmungen vorhanden sein, die uns fehlen.

1635. Die sogen. Schleimcanäle der Fische sind nach den Untersuchungen von Leebig und H. Müller ein unbekanntes Sinnesorgan, das man mit den Ausbreitungen der Hörnerven auf den Ampullen der halbzirkelförmigen Canäle verglichen hat, und das seine Nerven meist vom N. trigeminus, einige auch vom N. vagus und von Rückenmarksnerven erhält. Die Fühler der Insecten sind wohl mehr als bloße Tastwerkzeuge, scheinen sogar vermöge ihrer hornartigen Beschaffenheit zum Tasten wenig vortheilhaft eingerichtet, verhalten sich manchmal so, als wenn Sensationen aus der Ferne durch sie bewirkt würden. Will ja Olivi auch bei den Seeneffeln und anderen Eölenteraten ein Ferngefühl beobachtet haben. Die augenlosen Seeneffeln und Seescheiden ziehen sich bei plötzlich mit Ausschluß der Wärmestrahlen auf sie fallendem grellen Licht zusammen.

1636. Es mag auch bei niederen Thieren die Scheidung in gesonderte Sinnesempfindungen mehr verschwinden, so daß ihnen etwas bleibt, was zwischen allen Sinnen die Mitte hält, mehr ist als bloßer Gefühlsinn, aber weniger als alle Sinne der höheren Thiere zusammen. Thiere mit distincten Sinnesorganen werden die Formen der sinnlichen Wahrnehmung unterscheiden, Thiere ohne solche werden die verschiedenen Einbrüche nur als Reize empfinden, so daß mechanische Einwirkung, Schall, Licht fast dieselbe Empfindung erregen. Jene augenlosen Seeneffeln und Seescheiden ziehen sich bei plötzlich (mit Ausschluß der Wärmestrahlen) auf sie fallendem starkem Lichte ebenso zusammen wie auf Berührung.

1637. Substanzen, welche wir durch den Geschmacksinn wahrnehmen, zerstören wir, lösen sie auf; solche, welche durch den Geruch wahrgenommen werden, zerstören sich selbst, verdunsten; Gehör und Gesicht lassen ihre Objecte unverändert. Sie

und der Geruch sind zugleich die passiven Sinne, welche die Einwirkungen an sich kommen lassen. Der Gefühlsinn und Geschmacksinn verhalten sich zugleich thugend und leidend. Das Schöne in der Natur und Kunst wird nur durch Gesicht und Gehör erkannt, welche beiden also die ästhetischen Sinne sind. Geist und Gemüth geben sich hauptsächlich durch das Auge kund, das zum Verräther der inneren Bewegungen wird.

1638. Die äußeren Reize wirken zunächst als bloße Bewegungen der materiellen oder Aetheratome auf die peripherischen Organe, welche in den Sinnesnerven dann Zustände hervorrufen, die sich in den Nervenmolekülen centripetal fortsetzen. Ist der Reiz zu schwach, so mögen diese Zustandsänderungen gar nicht zum Bewußtsein kommen, weil der positive Widerstand der Nervenmoleküle nicht ganz überwunden wird. Ist die Einwirkung hinreichend stark, so wird sie auch bei erstaunlich kleiner Dauer, z. B. des elektrischen Funkens, Empfindung erregen. Das allmälige Schwinden dieser nach dem Aufhören des Reizes hat man Verklingen genannt; ein Ton verklingt, indem er, ohne seine Höhe zu ändern, allmählig schwächer wird; eine Farbe hingegen durchläuft hiebei Aenderungen.

1639. Zum Fühlen ist nur die Hautpapille nothwendig, zu den übrigen Functionen bedarf es complicirter, verschiedener Apparate. In diesen, nicht in specifischen Energieen der Sinnesnerven (die höchstens für den Sehnerven vorhanden sind), liegt wohl der Grund der verschiedenen Sinneswahrnehmungen; die Fasern der Sinnesnerven lassen wenigstens keine Verschiedenheit erkennen. — Jedes Sinnesorgan setzt die Schwingungen seiner Moleküle in Einklang mit den Schwingungen der Außenwelt und bildet so diese in seiner Sphäre nach; sie werden andere sein nach der Natur des peripherischen Apparates. Nur die Lichtempfindung kann höchst wahrscheinlich auch ohne optischen Apparat in den Nerven hervorgebracht werden. Leitet man den elektrischen Strom eines Rotationsapparates durch beide befeuchtete Gehörgänge oder durch die Breite der Zunge, so wird ein Lichtstrom quer durch den Kopf oder durch die Zunge empfunden (Ed. Weber), wobei wahrscheinlich die Fasern des dreitheiligen Nerven die leitenden sind, in welchen durch den elektrischen Strom derselbe Zustand gesetzt

wird, wie im Sehnerven durch das Licht. Die Leitung materieller Berührung und der Wärme vermitteln dieselben Nerven.

1640. Für den Tact- und Wärmefinn ist das Aeußerste, die Haut, das Organ mit ihren Faserenden und Tactkörperchen, für die vier anderen Sensationen bilden sich complicirte Apparate, zu welchen Nerven, Membranen, faserige Körper, Muskeln, Knochen sich verbinden. Die Apparate für Riechen, Hören, Sehen entstehen durch Einstülpung und zeigen einen blasenförmigen Bau, während die für den Gefühls-, den Wärme- und den Geschmackssinn warzenartige Vorsprünge bilden. Die Riech-, Hör- und Sehnerven befinden sich in den Intervertebrallöchern des Schädels, hängen mit den Hirnganglien inniger zusammen als die der drei übrigen Sinne und entstehen früher als diese. Der Fühlsinn ist der mechanische Cohäsions- und Schwerefinn, der Wärmefinn empfindet die Temperaturverhältnisse, der Geschmackssinn ist der chemische, der Riechsinne der chemisch-elektrische, der Hörsinn der Schallsinn, der Sehfinn ist der Lichtsinn. Die drei unteren Sinne haben nähere Beziehung zum leiblichen, die drei oberen zum geistigen Leben, namentlich steht das Hören in näherer Beziehung zum Gemüth und zur Zeit, zur Sprache, zur Einbildungskraft und Phantasie, das Sehen in näherer zum Raum, zu Bewegung und Handlung, zu Gedächtniß und Verstand. Der Sehfinn allein reicht über die Grenzen der Erde hinaus, ist der universale, der kosmische Sinn; alle übrigen werden nur von irdischen Dingen afficirt. Die thierischen Grundsinne sind Fühlsinn und Wärmefinn, die keinem Thiere fehlen, wenn auch alle anderen fehlen.

1641. Da der Kopfleib oder Nervenleib eine Wiederholung des Rumpfs- oder Blutleibes in höherer Potenz ist, so werden sich die vier oberen Sinnessysteme den Rumpfsystemen parallelisiren lassen. Daher entspricht der Geschmackssinn der Verdauung, der Geruchssinn der Athmung, der Gehörsinn der durch Knochen und Muskeln vermittelten Rumpfbewegung. Seh- und Fühlsinn stehen sich polarisch gegenüber, daher können sie einander ergänzen und berichtigen. Der Fühl- und Temperatursinn sind die Haut- und Fleischsinne, der Geschmackssinn ist der Magensinn, der Riechsinne der Lungenfinn, der Hörsinn der Herzsinne, der Sehfinn der

Hirnsinn. Dem planetarischen Leben gegenüber entspricht der Fühl Sinn der Cohäsion und Schwere, der Wärmesinn den Temperaturänderungen der Körper, der Schmerzsinn dem Gewässer, der Riechsinn der Luft, der Hörsinn den Schwingungen der materiellen, der Seh Sinn jenen der Aetheratome.

1642. Die Enden der Gefühlsnerven haben halbfüssiges vor sich, wie solches für alle Sinnesempfindung unerläßlich ist; das Malpighi'sche Schleimnetz zwischen Ober- und Lederhaut umgibt und umhüllt sie; durch dieses, nicht durch die Nerven selbst, scheint auch die Nachempfindung vermittelt zu werden. Der Gefühls Sinn ist der erste, welcher in der Thierreihe und bei der Entwicklung des Individuums zum Vorschein kommt, er ist zugleich der allgemeinste und nie fehlende Sinn, und hat auch am Leibe das ausgedehnteste Gebiet, wobei sich noch allerlei periphere Organe entwickeln, zur Ausübung der activen Empfindung, des Tastens, bestimmt. Häufung zahlreicher sensibler Nervenenden in einem Theile macht diesen zur Erfüllung kleinerer Gegenstände und Temperaturdifferenzen, und Beurtheilung kleinerer Raumgrößen geschickt. Täuschungen ist auch dieser Sinn in mancher Beziehung ausgesetzt; das Experiment, wo man mit den Spitzen der gekreuzten übereinander gelegten Zeig- und Mittelfinger ein Kügelchen hält und zwei zu fühlen glaubt, kannte schon Aristoteles. Wie das Auge hat auch der Tastsinn die Fähigkeit, eine Mehrzahl von Punkten zugleich empfinden zu lassen.

1643. Auch bei den Gefühlsnerven leitet jede Faser isolirt. Wie die Gefühlswahrnehmungen durch die Enden der Gefühlsnerven, welche keine Schlingen bilden, zu Stande kommen, ist unbekannt; wir finden hier keine besonderen Apparate, wie bei den übrigen Sinnen, denn die sogen. Tastkörperchen, deren Bedeutung noch unbekannt ist, finden sich nur an einigen Stellen der Haut, welche doch überall mehr oder minder feine Empfindung hat. — Weil jede Faser der Gefühlsnerven isolirt leitet, so kann die Seele von jeder ein Localmerkmal erhalten und so die Stelle der Einwirkung beurtheilen.

1644. Am feinsten ist das Tastgefühl an der Zungenspitze entwickelt, wo zwei Körper, z. B. zwei Spitzen, schon in ihrer

Duplicität wahrgenommen werden, wenn ihre Entfernung nur 1,00 Millimeter beträgt, während an allen anderen Körperstellen zwei sich so nahe liegende Eindrücke in einen zusammenfließen. Setzt man die Empfindlichkeit der Zungenspitze gleich 1, so verhält sich zu ihr die Empfindlichkeit der Spitze des Zeigefingers = 0,80, kleinen Fingers 0,66, der Lippen 0,32, der Mitte des Zungenrückens 0,25, des Endes der großen Zehe 0,15, der Stirnhaut 0,08, des Handrückens 0,07, der Brustwarze 0,04, Haut am Brustbein 0,03, Mitte des Rückens 0,02. (Weber und Valentin.) Durch Druck auf die ruhende und unterstützte Haut können höchstens noch Gewichte unterschieden werden, die sich wie 29 zu 30 verhalten, durch das Muskelgefühl solche, die im Verhältniß von 39 zu 40 stehen. Weber konnte unter günstigen Umständen noch eine Temperaturdifferenz von $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}^{\circ}$ R. wahrnehmen; die Meisten bemerkten Differenzen von $\frac{2}{5}^{\circ}$ R. Wärme und Kälte müssen auf die Nervenenden einwirken, um Temperaturempfindung zu erzeugen, auf den Nervenstamm wirkend erzeugen sie eher Schmerz oder Wohlgefühl.

1645. Ein feiner Gefühlsinn findet sich bei den Infusorien, Blumenthieren und anderen Cölenteraten, vielen Würmern, Mollusken und tritt bei den Gliedertieren (mit Ausnahme der Spinnen) zurück, wo aber der in periphere Organe verlegte Tastsinn bedeutend entwickelt ist. In der Feinheit des Tastsinns an Lippen und Fingerspitzen steht der Mensch über allen Wirbeltieren.

1646. Wahre Geschmacksorgane scheinen bloß in den höheren Thierclassen vorzukommen, und auch hier ist die Zunge manchmal mehr nur Schling- oder Fangorgan. Bei den Säugethieren in der feuchten Mundhöhle vor dem Schlundkopf liegend, selbst von feuchter Schleimhaut überkleidet, von der Speichelflüssigkeit vor Vertrocknung geschützt, ist dieses merkwürdige Muskelgebilde nur an einem seiner Enden an Knochen befestigt, während das andere frei spielt; die Zunge bewegt nur sich selbst. Die verschiedenen Schmeckpapillen stehen wohl zu bestimmten Geschmacksgefühlen in Beziehung. Zwischen einem Ueberzug besonderer wimperloser Zellen, auf dem Gipfel der schwammförmigen Zungenpapillen (des Frosches und der Säugethiere) liegen

spindelförmige Zellen, nach oben in ein feines Stäbchen, nach unten in einen sehr feinen Faden verlaufend, der ein Zweig eines büschelförmig zerschlissenen Axencylinders ist. (Schulze, Rep.) Also auch im Geschmacksorgan sind Stäbchenzellen mit Nervenfasern verbunden. Das Riechwerkzeug ist nur für gasförmige Körper empfänglich, das Geschmackswerkzeug nur für tropfbar flüssige. Nur die Gegend gegen die Zungenwurzel und fast immer die Unterseite der Zunge sind der Geschmacksempfindung fähig, obschon letzterer die Geschmackswärzchen fehlen; ferner einige Gegenden an dem Gaumenbogen und der Schlundschleimhaut, dann die Mandeln, seltener das Gaumensegel und Zäpfchen, am seltensten die Oberseite der Zungenspitze. Am schnellsten und schärfsten wird jedoch an der Zungenwurzel geschmeckt. Indirect befördert die ganze Mundhöhle das Schmecken, indem die schmeckbaren Körper zwischen ihren Wänden und der Zunge gedrückt und zerrieben, deren Flächen daher vergrößert werden. Nach Raspail ist ein Contact wenigstens zweier Flächen zum Schmecken nöthig; ein Tropfen Flüssigkeit, der auf der ausgestreckten Zunge kaum geschmeckt wird, wird es stark, wenn die Zunge an Lippen oder Gaumen gepreßt wird. Zu kalte oder zu heiße Körper werden nicht mehr geschmeckt. — Verdünnt man Schmeckstoffe in Flüssigkeiten, so verschwindet der Geschmack beim Zucker schon bei 1 Procent, beim Kochsalz bei $\frac{3}{4}$, während bei sehr sauren oder bitteren Substanzen die Grenzen ferner liegen. Von Schwefelsäure schmeckt man schon $\frac{1}{100}$ Milligramm, von Aloe-extract $\frac{1}{50}$, von basisch-schwefelsaurem Chinin $\frac{1}{52}$. Es gibt wahrscheinlich nur vier Geschmacksempfindungen: für Süßes, Saures, Bitteres, Salziges. Beißen, Brennen, Kratzen ist Tastempfindung, wie beim Geruch Stechen oder Beißen. Der Zungenschlundopfinerv vermittelt das Schmecken, der dritte Zungen-nerv das Fühlen, der Unterzungennerv die Bewegung der Zunge. Die Endapparate des Schmecksinnes liegen wohl in den umwallten Papillen der hintern Zungengegend, während die faden- und pilzförmigen Wärzchen die Endapparate des Fühlsinns enthalten. Der Geschmackssinn steht in naher Beziehung zum Verdauungsproceß, macht aber doch nur in der Mehrzahl der Fälle ein Urtheil möglich, ob das, was geschmeckt wird, zur Nahrung taug-

oder nicht, indem zuträgliche Substanzen meist auch wohl schmecken. Einige dieser sind aber auch geschmacklos, und einige Gifte wohl-schmeckend. — Nur das Flüssige wird geschmeckt, weil nur dieses eingesaugt werden kann.

1647. Das Geruchsorgan entwickelt sich in seiner wahren Bedeutung nur bei den lustathmenden Thieren. Es setzt sich aus knöchernen, knorpeligen, membranösen und häutigen Gebilden zusammen, innerhalb welcher die nervösen Ausbreitungen in feuchter Schleimhaut liegen, welche nothwendige Bedingung des Riechens ist, das nur beim Einathmen statt findet. Die Nasenmuschel-nen vergrößern die Oberfläche der Nasenhöhle, indem sie verzweigte Vorsprünge in derselben bilden, und sind wie deren Wände mit Schleimhaut bekleidet, die aus zwei Schichten besteht, deren eine auf der knöchernen Wand aufliegt, die andere Flimmerepithelium ist. Die Riechnerven verbreiten sich in der Schleimhaut und wahrscheinlich geht an jede Flimmerzelle eine ihrer Fasern. An den Hirnenben der Riechnerven finden sich dieselben Endbläschen, wie an den Hirnenben der anderen Sinnesnerven. Auf das Geruchsorgan wirkt hauptsächlich das den Nerven, auf das Geschmacksorgan das den Säften Bestimmte. Außer ihrer Bedeutung als Sinnesorgan ist die Nase zugleich Wächter für das Athmungs-system und manche Absonderungsorgane.

1648. Der Geruchssinn steht zur Seele in einer näheren Beziehung selbst als der Geschmacksinn; durch ihn erkennen fein fühlende Menschen, wie Filippo Neri, den Charakter mit seinen Schwächen, die Leidenschaften und Laster der Menschen. Zahlreiche Besonderheiten und Idiosynkrasieen knüpfen sich an diesen Sinn. Ein Priester roch bloß faulenden Kohl und Dünger, Quercet, Franz I. Geheimschreiber, bekam vom Aepfelgeruch regelmäßig Nasenbluten. Die Schauspieler-in Contat und der Herzog von Epernon wurden vom Geruch eines Hasen ohnmächtig.

1649. Die Riechnerven, entstanden durch Ausfüllung der großen Halbkugeln, versetzen bei Reizung die Belegungs-masse im Hirn in bestimmte Zustände, und von hier aus können dann wieder andere Organe erregt werden. Vorstellungen von Situationen und Erlebnissen, einst mit bestimmten Gerüchen associirt, werden noch nach vielen Jahren erweckt, wenn diese Gerüche

wieder gerochen werden; es können sogar bestimmte Träume erregt werden, wenn der Schlafende gewisse Gerüche riecht. Man weiß nicht, warum manche Gase und Dämpfe, welche über die Nasenschleimhaut streichen, Geruchsempfindung erregen, und andere nicht, es ist auch unbekannt, ob die Enden der Geruchsnervenzweige mechanisch oder chemisch von den riechenden Theilchen afficirt werden. Von manchen Substanzen reichen außerordentlich geringe Mengen zur Geruchsempfindung hin; $\frac{1}{200,000}$ von Bromdampf in der Luft eines Zimmers, $\frac{1}{55,000}$ von Phosphorwasserstoffgas, $\frac{1}{2,000,000}$ von Schwefelwasserstoff werden noch deutlich gerochen; von letzterem veranlaßt schon $\frac{1}{5000}$ Milligramm einen schwachen Geruch nach faulen Eiern. (Valentin.) Eine Flüssigkeit, welche $\frac{1}{2000,000,000}$ ihres Gewichts von weingeistigem Moschusextract enthält, riecht manchmal noch deutlich nach Moschus; ein Raum mit höchstens $\frac{1}{1,000,000}$ seines Volums vom Dampf des Rosenöls duftet nach diesem. Alle nicht flüchtigen Körper sind geruchlos, riechbar nur gasförmige oder flüchtige Stoffe, doch nicht alle, z. B. Sauerstoff, Stickstoff, Wasser nicht. Das unbekannte Princip, welches die Stoffe riechbar macht, muß qualitativ und intensiv verschieden sein; am intensivsten ist es im Moschus. Wenn von scharfem oder stechendem „Geruch“ des Salmiakgeistes, Senföles, Meerrettigs u. gesprochen wird, so ist dies keine Geruchs-, sondern eine Tastempfindung durch die Tastnerven der Nasenschleimhaut, und zwar in deren unteren Theilen, während Riechempfindung in den oberen statt findet.

1650. Das Hörorgan ist im Thierreiche weniger verbreitet als das Auge, kommt erst bei den Glieder- und Weichthieren vor, — wie jedes andere Sinnesorgan, zuerst nur in der einfachsten Form und den nothwendigsten Theilen: empfindenden Nerven und resonirenden Körpern; erst später kommt es zu schwingenden Membranen, den knöchernen Gebilden des Labyrinths, Leitungsapparaten, Gehörgang, erst in den Säugethieren zu Ohrmuscheln. Das Hörorgan der Wasserthiere kann einfacher sein als das der Luftthiere, weil Wasser und thierische Substanz in Dichtigkeit viel weniger differiren als Luft und Thiersubstanz, zwischen ersteren daher die Ueberleitung der Schallwellen viel leichter vor sich geht als von der Luft zu thierischer Substanz.

1651. Bei den Krebsen werden die Schallschwingungen durch die Otolithen aufgenommen und pflanzen sich durch die Haare, mit welchen jene in Verbindung stehen, auf die Nervenzellen fort. Bei den Spinnen und der großen Mehrzahl der Insecten sind keine Hörorgane gefunden, vielleicht haben sie nur Hörnerven ohne sonstigen Apparat, so daß die Körpersubstanz allein die Schallleitung übernimmt. Bloß bei den Orthopteren kennt man Hörapparate, obschon sicher auch die Cicaden hören, überhaupt alle Insecten mit Tonwerkzeugen. Bei den Flußmuscheln hat man Hörorgane gefunden, bestehend aus zwei von durchsichtiger Haut gebildeten Bläschen am Fußganglienpaar, in welchen Flüssigkeit und ein Otolith eingeschlossen ist. Solche Gehörsteine, Resonanzorgane für die in das Wasser des Gehörsäckchens eingebrungenen Schallwellen, finden sich bei Würmern und bei Weichtieren. Viel höher organisirt sind schon die Hörwerkzeuge der Schnecken, und besonders der Kopffüßer.

1652. Das Hörorgan zieht sich am tiefsten in das Innere zurück, ist das verschlossenste aller Sinneswerkzeuge, das schwierigste für die Erkenntniß. Man weiß die Formbedeutung der einzelnen Theile nicht, eben so wenig, warum die Schallwellen im Labyrinth mehrfach aufgenommen werden und zu verschiedenen Abtheilungen des Hörnerven gelangen. In diesem Organ überwiegen die starren Bildungen, welche zum Resoniren geeignet sind, zur Fortpflanzung der von außen auf sie treffenden Schwingungen der schallenden Körper auf die in Knochenröhren und Knochenkapseln eingeschlossene halbflüssige, empfindende Nervenmasse. Ihnen gesellen sich elastische Membranen bei, schneller und zugleich großer Schwingungen fähig. Der Gegensatz fester elastischer Körper und der feinsten Nervenmasse ist im Hörorgan sehr scharf ausgesprochen. Äußere, zum Theil bewegliche, aus Knorpeln und Häuten gebildete Muscheln und Tuben fassen eine größere Menge der Schallschwingungen auf und concentriren sie zugleich auf die nächste der elastischen Membranen. Einerseits durch das Trommelfell gegen die äußere Luft geschlossen, öffnet sich das Hörorgan durch die Eustachischen Trompeten wieder für dieselbe, damit in ihm selbst Circulation des elastischen Mediums möglich werde.

1653. Der Tastsinn empfindet die Schallbewegung der Körper nur als Erzitterung, als Schall empfindet sie nur ein Organ, das diese Bewegung in sich nachzubilden vermag, nachzubilden mit all ihren specifischen Bestimmtheiten, namentlich des Klanges, und das selbst durch seine Erzitterung Schallempfindung hervorbringen kann, wie dieses im Ohrenklingen geschieht. Das Hörorgan ist kaum der Accommodation fähig und vermag auch nicht in die Ferne zu wirken, wie das Auge im Blick thut; es hat nur passives Vermögen. Wie die Gehörknöchelchen eine Spannung des Trommelfelles, so vermag wohl dieses eine Spannung der im Labyrinth eingeschlossenen häutigen Blase herbeizuführen.

1654. Der tiefste Ton, den ein menschliches Ohr auffaßt, macht nach Savart 14—16 Schwingungen in der Secunde, der höchste 64000, nach Desprez 73000. Die Breite der Empfanglichkeit des Ohres beträgt etwa 12 Octaven, und ist vielmal größer als jene des Auges, wo die Sichtbarkeit der Farben nicht einmal eine Octave umfaßt. Daß wir nur Töne hören können, die nicht unter 16 und nicht über 64000 Schwingungen in der Secunde erfordern, ist in der Amplitude unseres Hörwerkzeuges begründet. Sehr fein hörende Menschen unterscheiden noch 1200 und 1201 Schwingungen in der Secunde; den meisten scheinen Töne von 800 und 810 Schwingungen gleich zu sein. (Seebeck.) — Die Stärke des Tons hängt von der Größe der Schallwellen ab, die sogen. Klangfarbe, timbre, von ihrer Form, die häufig sehr complicirt ist, indem eine Anzahl höherer harmonischer Töne mit dem angeschlagenen Tone mittönen. Die Empfindungen durch die zahlreichen Nerven des Trommelfelles und die Muskelgefühle des Hörwerkzeuges belehren über die Objectivität, Richtung und Entfernung der Schallquelle.

1655. Beim Hören gelangen die Molecularschwingungen tönender Körper zu den im Labyrinthwasser ausgespannten Hörnervenzweigen, und von da zu deren centralen Enden im Hirn, wo sie in der Seele in Tonempfindungen umgesetzt werden. Zunächst erfahren Ohrmuschel und Trommelfell Beugungsschwingungen, die nach ihrer Natur leicht auf die festen Gehörknöchelchen übergehen, welche ein Hebelwerk bilden. Der Steigbügel wird

hiebei bei einer Verdichtungswelle der Luft gegen das Labyrinthwasser geschoben, das er vor sich her drängt; die Bewegung dieses Wassers pflanzt sich bis an das Ende der Schnecke fort, in welcher die meisten Hörnervenenden liegen; bei einer Verdünnungswelle tritt der Steigbügel wieder zurück und das Wasser fließt in entgegengesetzter Richtung. So viele Schwingungen z. B. eine Saite macht, so viele macht auch die Luft und das Trommelfell, und die gleiche Zahl hin- und zurücklaufender Wellen entsteht im Labyrinthwasser. Die ein- und auswärts liegenden Wogen wirken auf die in ihrem Wege liegenden Nervenenden. Erstaunlich complicirt, eine ganze mikroskopische Welt, sind die Verzweigungen der Hörnervenenden in Schnecke und Vorhof, jedes der vielen tausend Enden ist ein isolirter, zum Theil gegliederter Leitungsdraht und schließt mit einem zarten Bläschen. Zwischen die Bläschen ist eine Masse mikroskopischer Krystalle aus kohlensaurem Kalk gestreut. Die Bedeutung der einzelnen Theile des Labyrinthes und ihrer Nervenausbreitung ist noch unbekannt. Die spezifische Schwingung der Moleküle des Gehörnerven wird ohne Zweifel durch die Stäbchen und Bläschen seiner Endzweige vermittelt, während den centralen Bläschen im Gehirn die Ueberlieferung an die Seele obliegt, — das Wie? ist in beiden Fällen nicht begriffen.

1656. In der mittleren Abtheilung der Schnecke liegen nach Corti etwa 3000 Plättchen regelmäßig wie die Tasten eines Pianos nebeneinander, am einen Ende der ausgespannten Membran anhängend, am andern mit einer Faser des Hörnerven verbunden. Andere fanden im Vorhof elastische Anhängsel der Nervenenden in Form steifer Härchen, die wie jene Plättchen schwingen können. Jedes dieser kleinen Organe schwingt, wenn der Ton sich hören läßt, auf den es abgestimmt ist, und veranlaßt die Empfindung desselben. Gleich dem Piano, dessen Saiten mitthönen beim Spiel des Orchesters, zerlegt auch das Gehörorgan zusammengesetzte, durch mehrere gleichzeitig tönende Körper bewirkte Luftbewegungen, deren Resultante auf das Trommelfell gelangt ist, in ihre Theile, und stammt der Ton nur aus einer Quelle, so vermag es die Bewegung in ihre einzelnen Theile zu zerlegen und zusammengesetzte Wellenformen in einfache aufzu-

lösen. Das Ohr ist ein akustisches Organ von bewundernswerther Vollkommenheit. Die Saiten und fast alle Musikinstrumente bringen Tonwellen hervor, die, aus einer Anzahl einfacher Wellen zusammengesetzt, nicht ganz genau die reine Wellenform haben, indem diese Töne gleichsam Accorde mit vorwaltendem Grundton sind. Sie werden alle durch das Gehörorgan zerlegt, und bei angestrenzter Aufmerksamkeit hört man auch die Overtöne, nämlich die erste, zweite, dritthöhere Octave heraus, welche den einzelnen einfachen Wellen entsprechen. — Man setzte die Consonanz darein, daß sie in einfachen Zahlenverhältnissen bestehe, die dem Ohre wohlgefallen, die Dissonanz in zusammengesetzten. Helmholtz erklärt diese Ansicht für unhaltbar und findet die Ursache der Consonanz vielmehr in einer gleichmäßig fließenden, continuirlichen Erregung.

1657. Das menschliche Auge ist ein optisches Instrument von hoher Vollkommenheit: achromatisches Teleskop, Mikroskop und photographischer Apparat zugleich. Es vereint mit der Kugelform der Weltkörper und Elementarorganismen Eigenschaften der Krystalle; in ihm erscheinen der Wassertropfen der Diamant und die Kohle in organischer Form. Die Krystalllinse besteht aus zahllosen geschichteten Platten und Fasern, der Glaskörper ist eine Concavlinse mit gallertartigem Wasser gefüllt, das Pigment Kohle in halbflüssiger Form. Mit den brechenden, zum Theil elastischen Medien, von welchen die Krystalllinse, das wichtigste, aus Tausenden, ja Millionen Fasern gebildet ist und selbst auflösenden Säuren widersteht, verbindet sich ein veränderbares Diaphragma, und das ganze kostbare Organ ist in eigener Knochenhöhle gebettet, mit Nerven und Gefäßen versehen, durch eigene Muskeln verstellbar, durch ein besonderes Wassersystem feucht und schlüpferig und kann durch bewegliche Klappen verschlossen werden. Die einzelnen Muskeln beziehen sich auf bestimmte Bewegungen des Auges, welche wieder mit bestimmten Gefühlen: der Bewunderung, Demuth, Andacht, Liebe, des Zornes eng verbunden sind. Die höchsten und edelsten, wie die niedrigsten und verruchtesten Regungen der Seele leuchten aus dem Auge hervor, und sogar beim Thiere übt oft der Blick eine fast magische Gewalt. Wenn durch Affecte sehr verschiedener Art das Innerste

des Menschen berührt wird, so mag wohl das Gewässer des Auges durch Ueberfluthung seiner Ufer die Bewegung des Gemüthes kundgeben. Wenn es sich im Neugeborenen zum erstenmal öffnet, geht dem Menschen die Welt auf, und wenn es im Tode bricht, versinkt sie in schweigende Nacht. — Das Auge steht in Consens zunächst mit der Nasenhöhle, dann mit den Gesichtsnerven, so daß sich mit dem Blick nicht nur die Umgebung des Auges, sondern die ganze Physiognomie ändern kann. Hippocrates betrachtete das Auge als einen Spiegel der Seele nicht nur, sondern auch des leiblichen Lebens im gefunden sowohl als kranken Zustande.

1658. Das Auge gleicht einer camera obscura, wo die Netzhaut die matt geschliffene Glastafel darstellt, hat jedoch keine mit Luft gefüllten Zwischenräume, dafür aber eine Reihe lichtbrechender Körper: Hornhaut, Augenwasser, Linse und Glaskörper; zu diesen gesellt sich ein lichtregulirendes Organ, die Regenbogenhaut, deren centrale Oeffnung, die Pupille, durch zwei Systeme von Muskelfasern verengert oder erweitert werden kann, so daß bald weniger, bald mehr Licht in das Auge gelangt, und zwar unbewußt und unwillkürlich durch reflectorische Nervenwirkung, indem der in das Gehirn gelangte Lichtreiz auf die motorischen Nerven jener Irisfasern überspringt und diese zur Zusammenziehung reizt. Der Glanz des Auges entsteht durch Zurückwerfung der Lichtstrahlen von den durchsichtigen Körpern, besonders der Hornhaut. Matt erscheint das Auge, wenn die Bindehaut über der Hornhaut die auffallenden Lichtstrahlen zerstreut, statt sie zurück zu werfen.

1659. Der Bau der ungemein dünnen, fast durchsichtigen Sehhaut, von H. Müller, M. Schulze, Krause u. A. erforscht, ist unglaublich fein und complicirt. Krause*) nimmt zwei Blätter der menschlichen Retina an; das äußere ist die Pigmentschicht, das innere zerfällt in eine Menge Gebilde, die von außen nach innen in folgender Anordnung stehen. Zuerst kommt die Stäbchenschicht, aus Stäbchen, Zapfen und Nabeln bestehend, dann die membrana limitans externa mit der Körnerschicht der Stäbchen und Zapfen, den Zapfenfasern und Stäbchenfasern, dann folgt die sogen. membrana fenestrata mit einer Körnerschicht und

einer granulirten Schicht, beide mit Radialfasern, die granulirte auch mit den Ausläufern der Ganglienzellen, dann folgt die Ganglienzellenschicht und jene der Fasern des Sehnerven, hierauf die *membrana limitans interna*, welche an die *membrana hyaloidea* des Glaskörpers grenzt. Er unterscheidet im Auge einen katoptrisch-bioptrischen Apparat, bestehend aus den Pigmentzellen, Zapfen und Stäbchen, einen bindegewebigen Stützapparat, wozu die genannten Begrenzungshäute, die Fasern der Stäbchen und Zapfen gehören, und drittens nervöse Elemente: die Opticusfasern und Ganglienzellen. Die Stäbchen und Zapfen können nicht die — bis jetzt noch unbekannten — Enden der Sehnervenfasern sein. Die Außenglieder der Stäbchen zeigen eine Querstreifung; nach W. Schultze sind sie zusammengesetzt aus zwei das Licht verschieden stark brechenden Substanzen, woraus J. Müller eine Theorie der Lichtempfindung mittelst stehender Wellen ableiten wollte, wobei der einfallende Lichtstrahl, mit dem im Stäbchen reflectirten interferirend, auf die Stäbchensubstanz verändernd einwirken soll. — Die farbigen Deltropfen in den Zapfen der Vögel und Reptilien sollen eine Bedeutung für Farbenempfindung vermitteln.

*) Die *membrana fenestrata* der Retina, Leipzig 1868.

1660. Im gelben Fleck der Centralvertiefung der Sehhaut, wo man am schärfsten sieht, fehlen die Stäbchen völlig, die Zapfen bilden hingegen hier eine zusammenhängende Lage und sind schlanter als anderwärts. Auf einer Quadratlinie mögen 40—50,000 Zapfen stehen. Außer dem gelben Fleck stehen Stäbchen und Zapfen gemischt. Diese ungeheure Zahl discreter Lichtempfindender Elemente im kleinsten Raum macht die Haut zu einem „physiologischen Mikroskop“, indem im gleichgroßen Raume die Retina über 100,000 mehr discret empfindende Punkte enthält als die Körperhaut. Stäbchen und Zapfen bestehen aus einem mit Anschwellungen versehenen inneren faserartigen Theile und einem äußeren; innerer und äußerer Theil, durch die *membrana limitans externa* und eine Körnerschicht getrennt, scheinen nicht continuirlich, sondern nur contiguirlich miteinander verbunden zu sein. Zu äußerst liegt dann die Pigmentschicht der Choroidea. Alle diese Theile werden durch ein complicirtes Gerüst des Binde-

gewebes, dessen Fasern in Zügen und Brücken miteinander verbunden sind, zusammengehalten und gestützt.

1661. In der Retina der Rochen und Haie finden sich nur Stäbchen, in jener der Schlangen und Eidechsen nur Zapfen. Den gelben Fleck in der Retina haben unter den Säugethieren nur die Affen; auch dieser besitzt in seiner peripherischen Schicht nur Zapfen, welche manchen Säugethieren, z. B. den Fledermäusen, ganz fehlen. Es kann also durch Zapfen sowohl als Stäbchen allein gesehen werden, doch haben die Zapfen höheren physiologischen Werth. Bei vielen Wirbelthieren schwindet der scharfe Unterschied zwischen beiden.*)

*) M. Schulze, zur Anatomie u. Physiologie d. Retina, Bonn 1866.

1662. Die Krystallkegel im Auge der Gliederthiere zeigen nach M. Schulze*) durchaus keine Plättchen, wohl aber die Stäbchen; das Leuchten der Augen der Nachtschmetterlinge beruht, wie bei den Wirbelthieren, auf der Plättchenstructur, ist Reflexion. Krystallkegel und Hornhaut der Gliederthiere sind hingegen dioptrische Apparate. — Nach ihm wirken die geschichteten Augenglieder der Stäbchen und Zapfen der Wirbelthiere nicht bloß spiegelnd, sondern dienen auch der Perception.

*) Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Insecten und Krebs, Bonn 1868.

1663. Die Function des Sehsinnes differenzirt sich zur Wahrnehmung des Lichtes, der Farben und des Raumes; die primitivste ist die Lichtwahrnehmung, welche auch das einfachste Auge haben muß und die auch schon einem Zapfen oder Stäbchen zukommt. Raumempfindung wird nur möglich, wenn viele solcher Elemente nebeneinander liegen. Die Stäbchen scheinen nur Licht- und Raumempfindung möglich zu machen, die Zapfen dabei noch Farbenempfindung, weshalb sie in der Retina nächtlicher Thiere, für welche die Farben mehr verschwinden (Fledermäusen, Maulwurf, Igel, Mäusen u.), fehlen. — Je größer die Zahl der percipirenden Elemente an einer Stelle der Sehhaut, desto feiner und detaillirter die Function.

1664. Die Elemente der Sehnervenfasern gerathen von der Stäbchen- und Zapfenschicht der Sehhaut aus in Schwingungen, die sich zu ihren Centralenden im Gehirn fortpflanzen, welche

dadurch in einen Zustand versetzt werden, der in der Seele bestimmte Empfindungen veranlaßt: die Reizzustände der Rezhaut-elemente transponiren sich in ihr in Licht- und Farbenempfindungen. Aetherschwingungen im Raume und die Vorgänge in den peripherischen und centralen Enden der Sehnervenfaser sind unter sich so verschieden wie von ihnen wieder die Empfindung in der Seele. Wie die Schwingungen der Körpermoleküle nach ihrer Größe und Dauer die Tonqualitäten, so veranlassen jene der Aetheratome durch eine Anzahl von Mittelgliedern die Empfindungen, welche wir Farben nennen, und die Locke weniger den Tonhöhen als Klangverschiedenheiten, z. B. denen der Vocale, vergleichen will. „In Folge eines Eigensinnes des Sehsinnes erscheinen Weiß und Schwarz als distincte Farben, während confuse Töne als Geräusch sich darstellen.“

1665. Der optische Apparat vor der Rezhaut entwirft zwar Bilder von den Gegenständen, aber nicht diese sieht die Seele, obwohl sie auf demselben Complexe von Anregungen beruhen, welcher der Seele das Sehen möglich macht. Sie combinirt vielmehr die Bilder der Gegenstände aus den isolirten Empfindungen, welche ihr von den getroffenen peripherischen Enden der Sehnervenfaser zukommen, und welche sie auf diese bezieht und so eine Flächenvorstellung von den Gegenständen erhält so wie von der Stelle, die sie im Raume einnehmen. In der Retina liegen die vielen tausend Enden der Sehnervenfaser ähnlich nebeneinander wie die Borsten einer Bürste und kehren ihre Spitzen gegen den Glaskörper, — eine Anordnung, welche Localzeichen möglich macht. Werden nämlich zwei oder mehrere dieser feinen Faserenden von verschiedenen Lichteindrücken getroffen, so müssen dieselben, weil keine der anderen ganz gleich ist, verschiedene Empfindungen in der Seele hervorrufen, und indem die Seele diese auf jene Fasern zurückbezieht, die ein bestimmtes räumliches Verhältniß zueinander haben, vermag sie den von ihnen kommenden Eindrücken auch dieselbe Stelle in ihrer Raumvorstellung anzuweisen.

1666. Die Strahlen, welche ein kugelförmiger Körper auf die Rezhaut sendet, werden auf dieser Endorgane treffen, die in einer scheibensförmigen Stelle zusammenliegen; deshalb sehen wir

3. B. Sonne und Mond rund. Die Größe der Gegenstände wird aus der Zahl der getroffenen Nervenenden beurtheilt. All dieses so wie die Beurtheilung der Tiefe und Entfernung der Körper ist nur durch lange Uebung möglich geworden mit Beihülfe der Accommodation, des Tasts- und Muskelsinnes, der eigenen Bewegung und jener der Gegenstände, während dem Säugling die letzteren wie auf einem Gemälde in gleicher Entfernung zu liegen scheinen und er keine Vorstellung von ihrem kubischen Gehalt und ihrer wirklichen Größe hat. Auch das Aufrechtsehen der Gegenstände ist wahrscheinlich dadurch herbeigeführt worden, daß wir mit Hilfe des Tastsinnes schon in früher Zeit und unbewußt erfahren haben, daß ein äußerlich zur Rechten liegender Gegenstand auf links in der Retina liegende Elemente, ein unten liegender Gegenstand auf obere Elemente der Retina erregend wirke; das Aufrechtsehen ist also ein psychischer Act.

1667. Beim Menschen und den Affen, bei welchen die Augen nach vorne gerichtet sind, fallen die Horoptern beider Augen in der Mitte zusammen, und hier bildet sich der gemeinschaftliche Gesichtskreis, in welchem derselbe Gegenstand von beiden Augen und hiemit deutlicher und schärfer aufgefaßt werden kann, während links und rechts von demselben die partiellen Sehkreise liegen. Auch wird, wenn beide Augen zugleich wirken, die Körperlichkeit der Gegenstände — im Gegensatz zur Flächenhaftigkeit — leichter aufgefaßt als dieses mit einem Auge möglich ist. Die Myopie beruht auf zu großer Länge des Augapfels von der Cornea zur Retina, die Presbyopie auf zu großer Kürze. Unabhängig davon ist wieder das Accommodationsvermögen, welches in dem unwillkürlichen Vermögen beruht, die Linse mehr oder weniger zusammen zu drücken, so daß sie convexer oder flacher wird, daher die von den Gegenständen kommenden Strahlen mehr oder weniger ablenkt. Das Auge nimmt in 10—15 Centimeter Entfernung noch einen einfachen Coconfaden wahr, der nur $\frac{1}{133}$ Mm. dick ist; es vermag das, indem die Augenmuskeln die Krystalllinse stärker wölben, und nach E. H. Weber unterscheidet das Auge noch die Differenz zweier Linien, von denen die eine nur um $\frac{1}{20}$ Linie länger ist als die andere.

1668. Auch bei geschlossenen Augen im dunkeln Raume hat

man fortwährend schwache, verworrene, hin und her wogende Lichterscheinungen in Folge der inneren Reize, welche auf die Netzhaut wirken, und bei der Gesichtshallucination werden Gesichtsvorstellungen aus der seelischen Region centrifugal auf die Netzhaut projectirt und dann für Bilder äußerer Gegenstände gehalten.

1669. Die einfachsten Augen niederer Thiere werden nur zur Lichtempfindung fähig sein, ohne Bilder von den Gegenständen entwerfen zu können, und daher nur aus einer Nervenfasern, von durchsichtigen Medien bedeckt, bestehen. Dann gesellen sich brechende Körper bei, die Nervenfasern werden zur Verhinderung der Diffusion des Lichtes von Pigment umgeben, noch später kommt es zu Lichtregulirungsapparaten, bewegenden Muskeln, schützenden Decken, eigenen Gefäßen, Drüsen u., welche das Auge des Menschen und der höchsten Thiere zu einem sehr complicirten Organismus machen.

1670. In den Augen niederer Thiere können die brechenden Medien aus wirklichen Mineralsubstanzen bestehen, wenn diese nur Linsenform haben. Gewisse Randkörper der Hydrozoen und der höheren Quallen werden als Augen gedeutet; bei Aglauropsis Agassizii besteht der lichtbrechende Körper aus Kalk, bei den höheren Quallen aus Aragonit. Bei dem Amphipodenkrebs Ampelisca bestehen die vier schönen großen Linsen aus Chitin, ebenso die Cornea-Linsen von Coryzeus und anderen Copepoden. (Fritz Müller.) Die einfachen Augen der Gliedertiere haben entweder nur eine Linse oder auch noch eine Art Glaskörper, und das Pigment zwischen beiden stellt eine Art Iris mit Sehlloch dar.

1671. Joh. Müller faßte die großen facettirten Augen der Insecten und Krebse als zusammengesetzte auf, jede Facette als die Hornhaut eines besonderen Auges mit Linse, Kristallkörper, Nervenfasern; das Sehen sollte wie durch ein Gitter erfolgen und um so vollkommener sein, je größer die Zahl der einzelnen Neugelchen ist. Nach Leydig hingegen kann man auch diese Augen auf den Grundplan des Wirbelthierauges zurückführen, so daß das Sehen durch beide principiell nicht verschieden wäre; auch im Facettenauge werden Bildchen äußerer Gegenstände hinter

der Hornhaut erzeugt. Zieht man die durchsichtige Hornhaut eines Insecten Auges ab und hält sie gegen einen Menschen, so sieht man ein ganzes Heer von Zwergen. Der lichtempfindende Theil sind die Nervenstäbe und ihre Enden, die sogen. Krystallkegel, die nur Fortsetzungen der Sehnervenfasern und vielleicht auch zugleich lichtbrechend sind. Die zahlreichen Bildchen mögen im Sehnerven doch nur als ein Bild zum Gehirn geleitet werden. Alle Fasern mit ihren Fortsetzungen entsprechen der Stäbchenschicht des Wirbelthier Auges, das Sehganglion den Körner- und Zellschichten.

1672. Das Auge der höheren Mollusken, besonders der Kopffüßer, zeigt schon die wesentlichen Züge des Wirbelthier Auges; bei mehreren Cephalopoden kann das Meerwasser sich mit der Augenflüssigkeit vermischen, da entweder, wie bei Lorigopsis und Onychoteuthis, die Kapsel vorn ganz offen ist oder, wie bei Loligo und Octopus, doch eine enge Oeffnung hat.

1673. Ob das Auge eines selbständigen Leuchtens fähig sei, wie dieses von den Lemuren, den Raketen, den Eulen, selbst manchen Menschen (z. B. Kaiser Tiberius) behauptet wird, oder nur der Zurückwerfung einfallenden Lichtes, ist nicht ganz entschieden, obwohl die herrschende Ansicht das Letztere behauptet. Auch die Augen mancher Spinnen, Insecten und Krebsse leuchten durch ein reflectirendes Tapetum, wie die mancher Kopftiere; die Augen der Abend- und Nachtfalter erscheinen manchmal wie glühende Kohlen. Das bisweilen, doch nicht immer, stattfindende Leuchten der Gliederthieraugen beruht im Glanz der Tracheen und im Rosaschiller der Nervenstäbe, umgeben von dem braunen Choroidealpigment. (Leh dig.) — Die Begierde der Nachthiere nach dem Lichte scheint mir der Begierde des Wilden nach geistigen Getränken vergleichbar; die Nachthiere werden vom Lichte wie berauscht, ganz toll.

a. Die thierische Bewegung.

1674. Den Thieren ist Bewegung noch wesentlichler als den Pflanzen, und sie erweitern durch dieselbe die Sphäre ihrer Empfänglichkeit und ihres Eingreifens in die Natur. Nur das Thier kann sich willkürlich bewegen, wenn man diesen Begriff

so faßt, daß der Reiz nicht unmittelbar die Bewegung auslöse, sondern zuerst bewußt werde und die Bewegung auf einen Impuls vom Organ des Bewußtseins aus erfolge. In diesem Sinne haben nur die Thiere mit Bewußtsein eine willkürliche Bewegung. Das Thier allein kann sich nicht nur auf äußere Nöthigung, sondern auch aus innerer Lust bewegen.

1675. So verschieden die Zwecke der Bewegungen, so verschieden die Organe zu ihrer Ausführung: von den schwingenden Wimpern bis hinauf zu den in Gruppen geordneten Muskeln, welche die complicirtesten Bewegungen vermitteln. Die einfachste thierische Bewegung ist die durch Contractilität, welche dem Protoplasma sowohl der Pflanzen als der Thiere zukommt. Es ist bei den Amöben und ähnlichen amorphen und einzelligen Wesen mehr homogen, bei den Wimperinfusorien in Streifen angeordnet, die gerade oder spiralförmig verlaufen, und die Zusammenziehungen und Ausdehnungen des Körpers erfolgen in der Richtung dieser Streifen, welche in der Rindensubstanz liegen, meist etwas erhöht sind und Muskelfasern entsprechen. Die Contractilität der Infusorien und anderer niederen Thiere, namentlich des Wassers, ist ein wichtiger Factor bei der Ortsbewegung, indem sie nicht nur die Gestalt, sondern auch den Schwerpunkt ändert. Die schwingenden Fäden der sogen. Geißel- oder Fadeninfusorien, welche man mit gleichem Recht zum Pflanzenreich wie zum Thierreich rechnen kann, wiederholen sich bei einigen Wimperinfusorien, z. B. *Pleuronema*. In der Zahl von einem oder mehreren vorhanden, theilen sie mit den Schwänzen der Spermatozoiden die Fähigkeit, eine scheinbar willkürliche Bewegung zu bewirken.

1676. Bei den Purkinje'schen Wimpern ist diese entschieden automatisch. Sie haben die Form feiner Härchen oder Blättchen, sind im Thierreiche ungemein verbreitet, kommen immer in großer Zahl vor und sind für die Lebensökonomie höchst wichtig, indem sie Wasser, Säfte oder Luft über die Schleimhäute wegtreiben, manchen leicht zersehbaren Säften die Vitalität erhalten, die rotirende Bewegung von Eiern oder Embryonen vermitteln. Ihre Schwingungen, wohl auch auf elektrischem Spiel beruhend, gehen ununterbrochen fort, so lange die Zellen, auf welchen sie stehen, Flimmerzellen, ihre Lebenskraft

behalten, auch nach dem Tode des Organismus. Die Flimmerläppchen in den Wassergefäßen der Turbellarien und vieler Saugwürmer sind mikroskopische Membranen von unbalirender automatischer Bewegung; die an den Samentörperchen der Erd- und Wassersalamander und der Unke haben eine von der des Samentörperchens unabhängige Bewegung. — Alle automatischen und periodischen Bewegungen im thierischen Organismus haben ihre Analogieen in der unorganischen Natur, namentlich in der Weltkörperbewegung und Blattbewegung gewisser Pflanzen.

1677. Die erste Andeutung von Muskelfasern scheint im Stiel der Glockenthierchen gegeben zu sein, der einen elastischen Faden und zugleich contractile Substanz enthält. Bei den sämtlichen „Vermes“ des Linné besteht die Musculatur aus einfachen Zellenreihen, bei Glieder- und Wirbelthieren setzen hingegen complicirte Gebilde: die Primitivbündel, die Muskeln zusammen. Nur durch sie entsteht wahres Fleisch. — Die Muskelfasern können glatt oder quergestreift sein; jede ist von einer glashellen Scheide, dem Sarcolemma oder Myolemma, umgeben, bei Anwendung von Essigsäure erscheinen zahlreiche Kerne zwischen Sarcolemma und der Faser. Massen von Bindegewebe, in welchen die Gefäße und Nerven im Innern des Muskels verlaufen, ziehen sich zwischen den Fasergruppen hin. Die Elementartheile der Sehnen umfassen die Enden der Muskelfasern, ohne daß diese in jene übergingen. Das Muskelgewebe besteht aus contractilen Fasern, Gefäßen und Nerven, Bindegewebe und Kittsubstanz. Die Muskelfasern gehen durch Metamorphose aus Bildungszellen hervor.

1678. Die einem Kautschuffaden vergleichbare Muskelfaser zeigt im polarisirten Licht eine der Querstreifung entsprechende prachtvolle Farbensequenz, weil ihre Substanz absatzweise einfach und doppelt lichtbrechend ist. Der ganze Muskel ist zusammengesetzt aus unsichtbar kleinen, in feuchte Leiter eingebetteten elektrischen Molekülen mit zwei negativen Polen und einer positiven Aequatorialzone. Die doppelt brechenden Abschnitte zeigen Längsstreifen, denn sie sind aus kleinen prismatischen Stückchen, Bowman's sarcoous elements, zusammengesetzt, die aber selbst wieder aus kleineren doppelt brechenden Körperchen, sogen. Disbiaklasten,

gebildet gedacht werden müssen. Bei der Verkürzung verkürzen sich die doppelt brechenden Abschnitte, ohne dabei nach Brücke*) ihre optische Dichte zu ändern, weshalb er annimmt, daß das Doppelbrechen von kleinen festen Körpern, jenen Diadialasten herrührt, welche die Anordnung, nicht aber Größe und Gestalt ändern können. Während der Zusammenziehung kann der Muskel seine Bewegung auf andere Körper übertragen, wie der Wasserdampf seinen Druck auf den Kolben.

*) Untersuchungen der Muskelfaser in polarisirtem Licht, Wiener Denkschriften XV.

1679. Die Primitivfasern der Muskeln sind zu Bündeln und diese zu größeren Massen vereinigt; die Anordnung der Musculatur zeigt im Thierreich eine erstaunliche Mannigfaltigkeit. Bei den Wirbelthieren und dem Menschen entwickelt sich das zur Orts- und Gliederbewegung dienende Muskelsystem zwischen Skelet und Haut, außerdem bilden sich Lagen von Muskelfasern um den Darm und die Gefäße, im Uterus. Das Herz erscheint als ein besonders geartetes mächtiges Muskelorgan mit eigenen nervösen Elementen. Das Leben der Muskeln verfließt in stetem Wechsel von Ruhe und Bewegung, Ausdehnung und Zusammenziehung; der Muskel ist reizbar, irritabel. (Der Ausdruck Irritabilität, den zuerst Glisson im 17. Jahrhundert für die thierische Reizbarkeit brauchte, wurde später von Haller bloß auf die Muskelreizbarkeit beschränkt.) Wie Alles schon verkehrt wurde, haben Manche die Zusammenziehung der Muskeln für ihren natürlichen, die Erschlaffung für ihren ungewöhnlichen Zustand erklärt.

1680. Der Zusammenhang zwischen Nerv und Muskel macht sich so, daß der Nerv das Sarcolemm durchbohrt und mit Verlußt von Mark und Neurilem geradezu in die Oberfläche der quergestreiften Muskelfasersubstanz übergeht. Je höher das Thier, desto complicirter sind diese Nervenendapparate. Der intramuskuläre Theil der Nervenfasern ist immer directe Fortsetzung des Axenchlinders, bilde sie nun einen kurzen Streifen feinkörniger Substanz wie bei den Fischen, oder eine lange blasse Faser wie bei den Amphibien, oder eine Endplatte, wie bei den Reptilien,

Vögeln und Säugethieren, die an die elektrischen Organe der Fische erinnert. Je höher ein Wirbelthier, desto dünner sind die Muskelfasern, desto reichlicher die intramuskuläre Nervenmasse, desto größer die Endplatten. Da die intramuskuläre Nervenendigung in die contractile Muskelsubstanz übergeht, so können die Molecularveränderungen im gereizten Nerven sich ungehindert in die kleinsten Theilchen von jener fortpflanzen. Die Muskelfaser ist so zu sagen das periphere Endorgan der Nervenfaser und kann auch ohne Nerven durch plötzlichen heftigen Eindruck auf sie elektrisch erregt werden, wie auch der Nerv nicht bloß von der Nervenzelle aus, sondern auch durch Electricität, Chemismus, Wärme, mechanischen Reiz erregt werden kann. (Engelmann.*) Nach Kühne**) treten die Muskelnerven mit Endbüschchen an und in die einzelnen Fasern, theilen sich und enden in ihnen theils knospenähnlich verdicke, theils enden sie spitz und verlieren sich in Bügen einer weichen Körnchenmasse, welche wieder mit Reihen eigenthümlicher Körner in Verbindung steht, welche die Muskelfaser in ihrer Länge durchziehen und durch eine besondere Substanz kettenartig zusammenhängen. Die Körnerzüge scheinen wirklich zum Nerven zu gehören und aus dessen granulösem Inhalt zu entspringen. Nur wenig, wohl neu entstandene Muskelfasern sind ohne Nerven, die also gleichsam in sie hineinwachsen. Von Zellennatur zeigt die Muskelfaser nichts.

*) Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser, Leipzig 1863.

**) Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven, mit fünf Tafeln, Leipzig 1862.

1681. Im indifferenten oder Ruhezustand sind die Muskeln gerade gestreckt, auf den Reiz krümmen sie sich oder legen sich in Zickzacklinien, indem sich ihre Theilchen zu nähern suchen. Da nun die Muskeln meist zwischen zwei beweglichen Punkten befestigt sind, so muß eine Näherung derselben erfolgen, wenn die Muskeln sich zusammenziehen, und diese wird, je nach der Lage der Muskeln, Beugung oder Streckung durch Gelenke verbundener Theile sein. Die Beugemuskeln haben übrigens das Uebergewicht. Die Größe der Kraft bei der Verkürzung eines Muskels steht im Allgemeinen im directen Verhältniß zur Größe seines

Querschnitts, also zur Zahl seiner Primitivfasern, obwohl sie nicht für alle Muskeln gleich groß ist.

1682. Der Einfluß des Nerven auf den Muskel ist nicht der Quell seiner Kraft, sondern nur der Reiz, der die selbständige Kraft des Muskels entbindet, indem er das moleculare Gleichgewicht seiner Theilchen aufhebt, wodurch Wirkungen entstehen, ungleich größer als sie die Bewegung der Nervenmoleküle hervorzubringen vermöchte. Der Nerv übt auf den Muskel eine ähnliche Wirkung, wie der um das Eisen gewundene Kupferdraht, welches er magnetisch macht, wenn durch ihn ein galvanischer Strom geleitet wird.

1683. Die Muskeln haben elektromotorische Kraft, sowohl die der Glieder als die des Rumpfes und zwar ist diese unabhängig von den Centralnervenorganen; die Ströme werden in den Primitivfasern erzeugt und verlaufen nach der Länge der Muskeln; in der Querrichtung finden nur unregelmäßige und schwache Strömungen statt. Durch Zusammenwirken aller Strömungen entsteht ein vom Kopf gegen die Füße gehender Hauptstrom. Nach Du Bois-Reymond darf man den Ursprung der Ströme nicht in den sichtbaren anatomischen Elementen der Muskeln suchen, sondern muß in den Muskelbündeln wie im Nervenmark eine unbegrenzte Zahl elektromotorischer Elemente sich denken, an welchen die ungleichartigen peripolar geordnet sind, nämlich so, daß alle zwei negative Polar- und eine positive Aequatorialzone haben und daß die beide Pole verbindenden Azen aller einander und der Aze des Muskelbündels parallel stehen. Aber näher kommt man der Wahrheit, wenn man nicht die Muskelbündel, sondern die Primitivfasern aus peripolar elektromotorischen Molekülen zusammengesetzt sich denkt. Die Muskeln befinden sich nach Du Bois-Reymond fortwährend im Zustand der geschlossenen Kette, weil sie allseitig von kaum leitendem Sehnen- und Bindegewebe umgeben sind. Ein jeder vom Muskel gewonnene Strom ist als ein durch Nebenschließung gewonnener, abgeleiteter Strom anzusehen. Die Stromstärke wächst hauptsächlich mit der Länge des Muskels, viel weniger mit dem Querschnitt. Die natürliche Grenze des Muskelstroms ist die gleiche wie die Grenze der mechanischen Leistungsfähigkeit. Während

der Contraction des Muskels zeigt der Muskelstrom eine negative Schwankung; die elektromotorische Kraft des Muskels nimmt ab während der Zusammenziehung desselben. Obschon man durch Du Bois-Reymond die Gesetze der Nerven- und Muskelströme kennt, so weiß man doch nicht, ob sie Ursache oder Folge der physiologischen Wirkung der Muskeln sind. Wahrscheinlich beruht doch die Wechselwirkung zwischen Nerv und Muskel, demnach die Contraction des letzteren, auf Electricität, die in Bewegung umgesetzt wird. (Schon Oken meinte, die Bewegung sei kein eigentlich thierischer Proceß, sondern die notwendige Erscheinung des Galvanismus; mit dem Erd-Wasser-Luftproceß sei Bewegung gegeben.) Nach Helmholtz ist die Zeit, welche der Muskel braucht, um sich auf das geringste zu verkürzen, weit länger, als für die Leitung des Reizes durch den Bewegungsnerven verloren wird. Die Nervenreizung kann man dem inducirenden Strom, die Zusammenziehung des Muskels der Inductionswirkung vergleichen.

1684. In den Muskeln findet ein fortwährendes Beben statt; das Summen, welches man hört, wenn man den Kopf auf ein Rissen legt, beruht auf stoßweisen Zusammenziehungen und Ausdehnungen der Muskeln, ebenso das Säusen in den Ohren. Auf der Schnittfläche amputirter Glieder will man unter der Loupe oscillirende Bewegungen beobachtet haben.

1685. Wenn die Muskelfaser nach außen hin übertragbare Kräfte äußert, so geschieht dieses auf Kosten ihrer Substanz, welche zerseht wird. Diese Zersehung macht dann wieder die Ernährung aus dem Blute durch Diffusion möglich, indem die die Muskelfaser umgebende Flüssigkeit immer differenter vom Blute, daher zur Anziehung von Stoffen aus dem Blute durch die Membranen hindurch geeignet wird.

1686. In der thätigen Muskelfaser wird die durch Verbrennung von meist stickstofffreier Substanz gewonnene Wärme in mechanische Arbeit umgesetzt, so daß die Muskelkraft durch dieselben Stoffe hervorgebracht wird, welche die Wärme erzeugen. Die durch deren Verbrennung erzeugte Wärme wird zum Theil in mechanische Arbeit umgesetzt, zum Theil erscheint sie als freie Wärme. Die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel hingegen er-

setzen das im Muskel durch Abnutzung verloren gehende Material. (Fick, Wislizenus, Frankland.) Die elektromotorische Thätigkeit der Muskeln hört mit dem Tode auf und es tritt ein eigenthümlicher Molecularzustand derselben ein, welcher in der Todtenstarre seinen Ausdruck hat. — Weil die Schwere der Körper hauptsächlich durch die Muskeln empfunden wird, hat man sie wohl auch die Organe des Schwere sinnes genannt.

1687. Der Wille beherrscht nur einen Theil der Musculatur, und äußert auf manche Muskelgebilde, wie z. B. das Herz, nur auf Umwegen Einfluß. Uebung macht es möglich, Bewegungen auszuführen, die in der ursprünglichen Anlage des Organismus nicht gerade berücksichtigt waren, und solche, bei denen dieß der Fall ist, mit größerer Leichtigkeit und Sicherheit zu vollziehen, ähnlich wie Uebung die Feinheit und Schärfe der Sinneswahrnehmung steigert. Weil gewisse Nervengruppen in der ursprünglichen Einrichtung immer zusammen den inneren Impuls empfangen und demnach entsprechende Muskelgruppen zugleich erregt werden, so wird es nur durch Uebung möglich, die Innervation auf einzelne Muskeln zu beschränken, z. B. die Beuge- oder Streckmuskeln der Finger einzeln in Thätigkeit zu versetzen. — Für die Bewegung der Augen und der Stimmwerkzeuge sind ohne Zweifel eigene Organe im Gehirn vorhanden. Die Erhaltung des Gleichgewichtes bei verschiedenen Körperstellungen, eine der feinsten Leistungen, läßt Voge dadurch zu Stande kommen, daß durch das beginnende Uebergewicht die Muskeln verschoben werden und hiemit die Rückwirkung beginnt.

1688. Werden Empfindungsnerven des Kindes stark angeregt, so findet wohl im Gehirn ein Reflex auf die Schreimuskelnerven statt, und bei deren Thätigkeit entstehen specifische Muskelgefühle, die gleichzeitig mit der Tonempfindung zum Bewußtsein des Kindes kommen: Muskel- und Tonempfindungen associiren sich, wie in anderen Fällen Druck- oder Schmerz- oder Wohlgefühle mit bestimmten Muskelgefühlen. Durch vielfältige Erfahrung gelangt das Kind dahin, die Bedeutung der zahlreichen Muskelgefühle zu verstehen, gewisse Berührungen und Bewegungen vorzunehmen oder zu vermeiden.

1689. Die so verschiedenen Bewegungen der Thiere

werden durch Organe von der vielfachsten Bildung ausgeführt. Erregungen des Innern werden häufig durch Bewegung ausgeglichen, nicht nur durch Bewegungen der Glieder, sondern auch der Athmungs- und Sprachorgane, dann — vor Allem beim Menschen — der Gesichtsmuskeln. Die Mimik der Gesichtsmuskeln, welche bei den Säugethieren ohnedem weniger scharf gesondert sind, wird auch noch durch den über sie gebreiteten Hautmuskel verhüllt. Wandeln Thiere ihre Locomotionsorgane in Haftorgane um, wie in manchen Fällen der rückschreitenden Metamorphose, z. B. bei den Verräen, vorkommt, so sinken sie dadurch auf eine tiefere Stufe herab; solche Haftorgane sind den Ranken und Luftwurzeln der Pflanzen vergleichbar.

e. Ton- und Stimmwerkzeuge.

1690. Schließen schon die Körper der unorganischen Natur beim Tönen ihr Wesen auf und gestatten die Töne, welche sie geben, Schlüsse auf ihr molecularisches Verhalten, ihre Cohäsion und Härte, so gilt dieses auch von den organischen Wesen, deren Schmerz und Lust, deren Verabscheuen und Begehren sich durch Laute kund gibt, die beim Menschen durch Wirkung des geistigen Principis zur Sprache werden. In Gesang und Sprache offenbart sich das Seelische, bestimmt andere Organe, namentlich die Muskeln des Gesichts und die Glieder des Körpers zur Mitwirkung und übt mächtige Gewalt auf die Hörenden und Schauenden.

1691. Töne können auf mannigfache Weise erzeugt werden und kommen, wo sie zur Mittheilung an Wesen der gleichen Art bestimmt sind, nur mit Hörorganen verbunden vor. Man muß Ton- und Stimmwerkzeuge unterscheiden und der Begriff letzterer ist so zu stellen, daß Vorrichtungen nur dann so genannt werden dürfen, wenn der Ton unter Mitwirkung der Athmungsorgane hervorgebracht wird; wahre Stimmwerkzeuge sind organisch mit den Athmungsorganen verbunden, bloße Schallwerkzeuge nicht.

1692. Erst bei den Krebsen und Insecten kommt es zur Hervorbringung von Tönen, welche zur Mittheilung und Verständigung bestimmt sind und theils durch bloße Ton-, theils durch

Stimmwerkzeuge bewirkt werden, bei manchen Insecten durch beiderlei Organe. Töne durch Friction bringen hervor die Geradflügler, entweder durch Geigen der Hinterschenkel gegen die Flügeldecken oder durch Aneinanderreiben der Flügeldecken (so die Grillen, wo nur die Männchen zirpen können) zc. Für solche Töne sind allerlei Veranstellungen da: Zähne an den Schenkeln, Schriff- abern mit Querstegen an den Flügeln, Reibleisten zc. Viele Käfer bringen Geräusche hervor durch Reibung der Hinterleibsringe gegen die Flügeldecken oder die Coxen der Hinterbeine, dann der Vorderbrust gegen die Mittelbrust, wofür immer gerillte Reibleisten vorhanden sind. Ferner bringen viele Insecten durch schnellen Flügelschlag summenendes Geräusch hervor. Die Todtenuhr, die Termiten erregen durch Schlagen mit dem Kopf gegen eine harte Unterlage Töne, der Todtenkopf durch Reiben der Palpen gegen den Rüssel. — Alle Lautäußerungen dienen zur Verständigung, sind wohl auch Kundgebungen des Unwillens oder Schmerzes. Bei vielen Insecten sind sie wohl zu leise oder zu hoch, um von uns wahrgenommen zu werden. Wahre Stimmwerkzeuge kommen vor bei Käfern, Neuropteren, Hymenopteren, Dipteren. Man kann sie als Zungenpfeifen bezeichnen, ihr sehr zierlicher Bau ist nur durch das Mikroskop zu erkennen. Wesentlich sind vibrirende Chitinzungen, an den Tracheen innerhalb der Luftlöcher angebracht und durch die ein- und ausströmende Luft in rasche Schwingung versetzt, resonirende Höhlen, Brummringe, vibrirende Membranen und diese spannennde Muskeln. So entsteht der Brummtön des Raikäfers, der Hummeln, Bienen, der Schmeißfliege, Schlammfliege, Singmücke. Die lauten Töne der Cicaden entstehen, indem die aus- und einströmende Luft die Stimmbänder an den eigenthümlich gebauten Stigmen der Hinterbrust in Schwingung versetzt. Die Insecten können ihre Stimme willkürlich ertönen lassen und dieselbe ist der Modulation fähig. *) Nach Hilgendorf haben beide Geschlechter des Krebses *Matuta* zur Erzeugung eines gröberen Tones an der Innenseite der Scheeren zwei geriefte Feldchen, bewegbar gegen ein neben dem Mundfelde liegendes Leistensystem; die Männchen haben für einen feineren Ton noch eine quergefurchte Leiste außen auf dem Daumen und als wahrscheinliches Gegenstück eine glatte Leiste

innen am unbeweglichen Finger der anderen Scheere. Ähnliche Apparate besitzt nach Dana auch Oeypode.

*) Landois, über Ton- und Stimmapparate der Insecten, 1867.

1693. Manche Mollusken und Fische können Töne hervorbringen, Pogonathes z. B. trommelnde, die Seehähne gluckende durch stoßweiße Austreibung der Luft aus der Schwimmblase. Sehr mannigfach sind die Töne der Batrachier, quakend bei unseren Fröschen, glockenartig bei einer ostindischen Art, brüllend beim Ochsenfrosch. Unter den Reptilien vermögen einige Gekonon articulirte Töne hervorzubringen. Aber erst bei Vögeln und Säugethiereu kommt es zu einem vollkommeneren Kehlkopf mit Stimmrigen, Stimmbändern, bewegenden Muskeln, wobei dann noch die Luftröhre, die Lungen, Zunge und Mundhöhle zur Hervorbringung der Stimme mitwirken, die bei den Vögeln Bruststimme ist und sich zum Gesang steigert, der in eine besondere Beziehung zur Liebe tritt.

1694. Nach Louget und Masson wären die über den unteren Stimmbändern liegenden Corpustheile des Kehlkopfes wesentlich sowohl für die Klangweise, als für die Stärke und Höhe der Töne. Nach ihnen entsteht die Stimme durch das stoßweiße Durchdrängen der Luft durch die mit elastischen Bändern versehene Stimmritze und wird verstärkt durch ein aufgesetztes Resonanzrohr. Nun weiß man aber, daß die Stimmbänder des todtten Kehlkopfes alle möglichen Tonhöhen erzeugen können, wenn man auch die über ihnen liegenden Corpustheile entfernt hat, so daß diese keineswegs so wesentlich sind. — Die Sprachlaute werden durch Benutzung der verschiedenen Theile der Mund- und Nasenhöhle hervorgebracht. In jeder Sprache werden die Organe des Mund- und Nasenrohres anders eingestellt und gebraucht, daher klingt so leicht der gewohnte Dialekt durch, wenn man eine fremde Sprache redet, und daher sind Völker, deren Muttersprache, wie z. B. jene der Polen und Russen, die allermannigfaltigste Einstellung der Sprachorgane erfordert, zum Sprechen fremder Sprachen so geeignet. Daß der Mensch spricht, ist nicht in einem besonderen Bau der entsprechenden Werkzeuge begründet, die sich nicht wesentlich von denen der oberen Säugethiere unterscheiden, sondern in seinem Geiste und seiner gesteigerten Nerventhätigkeit,

welche die Werkzeuge in ungleich vollkommenerer Weise benutzen läßt. Nicht bloß der Gedanke, sondern Gemüth, Charakter, Stimmung des Augenblickes geben sich durch Betonung, Steigen und Sinken, Art und Tempo der Rede kund. — Die vielseitige Bedeutung des Mundes, der zur Stimme, Sprache, zum Lachen, Küssen, Essen, Trinken dient, hat schon Hegel erkannt.

f. Elektrische und Leuchtorgane.

1695. Gewisse Raubfische aus den Familien der Rochen, Aale, Welse und Mormyriden besitzen zur Betäubung und Tödtung der Beute elektrische Organe und können die in ihnen erzeugten Ströme willkürlich entladen. Diese wunderbaren, in der organischen Schöpfung einzig dastehenden Organe stellen zahlreiche Volta'sche Säulen dar, welche aus Reihen von Blättchen mit Flüssigkeit dazwischen gebildet sind und vertical oder horizontal stehen, so daß der Strom vom Rücken gegen den Bauch (so im Zitterrochen) oder (im Zitteraal) vom Kopfe gegen den Schwanz geht. Diese Entladungsströme können Funken geben, chemische Wirkungen hervorbringen, lähmen und tödten. Von breitheiligen und herumschweifenden Nerven treten starke Zweige in diese Organe, welche die Electricität nach galvanischen Gesetzen erzeugen und anhäufen; der Willensantrieb zur Entladung geht von den sog. elektrischen Lappen im Hirn, einer paarigen Anschwellung aus.

1696. Lichtentwicklung findet statt in Rhizopoden (*Noctiluca*), Infusorien, Blumenthieren, Bryozoen, Tunicaten, Würmern, Tausendfüßern und Insecten. Sie scheint in allen Fällen auf einem chemischen Proceß zu beruhen, der gewöhnlich an bestimmten Stellen localisirt ist und dessen Energie von der Lebensstimmung, näher von den Athmungsorganen und deren Nerven abhängt. In den meisten Fällen steht diese Lichtentwicklung im Verhältniß zur Sexualität; die Geschlechter sollen durch sie sich finden und erkennen.

Das Seelenleben der Thiere.

1697. Selbst die einfachsten Thiere mit ziemlich gleichförmiger Körpersubstanz erhalten doch durch Schall, Licht, Wärme, mechanische Berührung, chemische Wirkung qualitativ sehr verschiedene

Gefühle und empfinden deren Differenz und Succession, ohne doch wegen Mangel an Nerven Localgefühle und Raumborstellungen zu haben. Wo Gefühle sind, fehlen auch Reaction, Begehungen, Handlungen nicht, und so sieht man auch die Infusorien und Rhizopoden gewisse Gegenstände fliehen, bei anderen verweilen, bei Erschütterungen zusammen zucken, bei Verbunstung des Wassers Zeichen von Angst geben u. Die Krämpfe und Verzerrungen im Tode erfolgen bei nervenlosen Thieren wie bei solchen mit Nervensystem.

1698. Die Gefühle sind die Leitsterne des thierischen Lebens, indem sie Schädliches mit Unlust, Förderliches mit Lust verbinden und so Triebe entstehen lassen, die immer auf bestimmte Ziele gerichtet sind und deren Befriedigung mit Lustgefühlen, deren Versagung mit Schmerz verbunden ist. Gewisse Lebenserscheinungen, darunter die Bewegung, gehen bei den nervenlosen Thieren mit gleicher Schnelligkeit, Regelmäßigkeit, Ordnung von statten, wie bei solchen mit Nervensystem, und doch ist selbstverständlich nicht einmal Analogie mit Reflexbewegungen vorhanden. Es hat also die organische Ursubstanz an und für sich das Vermögen, sich auf Reize zu bewegen.

1699. Auch die einfachsten thierischen Wesen nehmen Nahrung auf, copuliren, paaren, vermehren sich. Beim Zusammensein der Moleküle thierischer Substanz werden also Kräfte entbunden, welche die wesentlichsten Erscheinungen des thierischen Lebens hervorbringen, und die Nerven sind nur Gruppierungen solcher Moleküle, welche impressionabler sind und in welchen die Leitung rascher erfolgt als in den anderen. Der Körper eines Wimperinfusoriums ist aus Molekülen zusammengesetzt, welche sämmtlich höchst impressionabel und leitungsfähig sind, so daß bei der Kleinheit des Körpers der auf ein oder wenige Moleküle wirkende Reiz sich fast gleichzeitig allen mittheilt. Obschon kein Bewußtsein anzunehmen ist, so erfolgen doch die Bewegungen bei unverletztem Körper mit dem vollen Schein von Willkür, während sie bei Verstümmelung desselben alsobald unregelmäßig und sinnlos werden.

1700. Bei größeren und auch bei kleinen Thieren mit compacterer Substanz ist ein Nervensystem nothwendig,

weil die Fortpflanzung der Reize in den anderen histologischen Elementen zu langsam erfolgen würde. Es beginnt mit einzelnen Knoten und wenigen ausstrahlenden Fäden, die sich in höheren Formen vermehren und zu einem immer reicher gegliederten System sich erheben, anfänglich wieder mit gleichwerthigen im Körper vertheilten Centren, bis zuletzt das im Kopf placirte ein Uebergewicht über alle anderen gewinnt. Thiere mit mehreren ungefähr gleichwerthigen Nervencentren werden der Körpertheilung und Wiederergänzung fähig sein, und wenn die im Rumpfe liegenden Nervenmassen hinlänglich kräftig sind, wird dieser auch unabhängig vom Kopfe einige Zeit fortleben können. Rebi sah bei decapitirten Fangheuschrecken den abgetrennten Kopf nur kurze Zeit leben, den Rumpf 5—6 Tage lang sich bewegen, Excremente von sich geben, Eier legen. Der Kopf, auch mittelst des aus der Rumpfwunde dringenden Blutes an den Rumpf befestigt, gab doch kein Lebenszeichen mehr.

1701. Eine bewußte Seele kann nur in Thieren existiren, wo eine Nervenmasse das entschiedene Uebergewicht über die anderen gewonnen hat, welchen letzteren dann die Regulirung der Reflexe und vegetativen Functionen überlassen bleibt. Zum bloßen Wollen, zur Reaction auf Reize genügen schon einzelne Nervenknoten; man behauptet, daß bei einer australischen Ameisenart, wenn sie in zwei Theile zerschnitten wird, diese sich wüthend gegeneinander kehren und sich bekämpfen, was auch beim gemeinen Ohrwurm manchmal geschieht.

1702. Durch eine Summe gleichwerthiger Atome das Bewußtsein und weiter die psychischen Phänomene erzeugen zu lassen, indem diese etwa bei gewissen Combinationen und Zusammenstellungen die Fähigkeit hiezu erlangten, scheint minder angemessen, als die Annahme einfacher substantieller Wesen anderer Art, denen an und für sich die Virtualität psychischen Lebens zukommt, dessen wirklicher Eintritt aber an ihre Verbindung mit den materiellen Atomen geknüpft ist, welche den Verkehr mit der Welt vermitteln, durch welchen dann Bewußtsein möglich wird.

1703. Die Bewegungsformen und Zustände der kleinsten Nervelemente sind nicht Empfindungen und noch weniger Vor-

stellungen, welche allein in der Seele möglich sind, die ebenso vermöge ihrer Natur die verschiedenen Empfindungen einheitlich zusammenfassen wie auseinander halten kann, — abgesehen von den eigentlich geistigen Thätigkeiten, der Verbindung der Vorstellungen, ihrem Zurück- und Hervortreten, der Bildung der Urtheile und Begriffe zc. Ob die Seele, die zunächst in jener centralen Hirnregion thätig ist, außer den Nerven noch direct mit anderen anatomischen Elementen ihres Organismus verbunden sein kann, ist zweifelhaft.

1704. Die Seelen der Thiere müssen so verschieden sein wie ihre Körper und ihre Nervenorgane, und ihre Sensationen müssen sich unendlich mannigfach nach ihrer Organisation gestalten. Wie empfindlich wird die zarte, fast nervöse Substanz der kleinsten im Flüssigen lebenden Thiere für die chemische und thermische Beschaffenheit, für die Bewegungen ihres Mediums, für Berührung fremder Körper sich erweisen! Und der ganz von Luft durchdrungene Leib der Vögel und Insecten wird von den Vorgängen in der Atmosphäre schnelle und eindringliche Kunde erhalten und bevorstehende Witterungsänderungen lebhaft empfinden.

1705. Die Farbenänderungen der Sepien, Chamäleone und Anoliden entsprechen inneren Regungen; was im seelischen Leben als Stimmung und Zustand erscheint, zeigt sich äußerlich als Farbe, — umgekehrt wie bei der Wahrnehmung durch den Gehsinn die verschiedenen Farben äußerer Körper verschiedene Empfindungen anregen. Es stehen aber auch die langsamen Farbenänderungen, welche durch Alter, Jahreszeit, Geschlechtsperioden zc. veranlaßt werden, mit bestimmten Empfindungsweisen und Zuständen des Seelenlebens in Beziehung.

1706. Ist auch im Gehirn kein physiologischer Mittelpunkt, so läßt sich doch eine centrale Region denken, in welcher die Hauptnervenzämme einmünden, wo die Sinnesnerven ihre Erregungen mittheilen und entsprechende Empfindungen in der Seele veranlassen, die hier in nächster Beziehung zum Organismus steht und die Willensimpulse anregt, welche die willkürlichen Bewegungen herbeiführen. Jeder Sinnesnerv wird nach der Beschaffenheit seines Endorgans zu bestimmten Schwingungen seiner Atome oder seiner Moleküle angeregt, außerdem sind die Schwingungen

an Größe und Schnelligkeit verschieden, wodurch distincte Erregungszustände in jene innerste Region gelangen, getrennte Empfindungen entstehen können.

1707. Die höheren psychischen Erscheinungen hängen nicht allein von der Ausbildung der centralen Nervenorgane ab, sondern ebenso sehr von der Vollkommenheit der Sinnes- und Bewegungswerkzeuge, was freilich Alles aus dem gleichen Grunde hervorgeht. Deshalb steht ein vollkommneres Gehirn, wie es die Säugethiere und Vögel haben, auch mit vollkommneren Seh- und Hörwerkzeugen in Verbindung, und wo bestimmte Triebe und Handlungen in der Natur des Thieres angelegt sind, werden auch die hiefür nöthigen Greif- und Bewegungsorgane erzeugt. — Wenn es sich jedoch um Beurtheilung des Einflusses der Centralnervenorgane auf das psychische Leben handelt, dürfen nur Thiere desselben Typus miteinander verglichen werden.

1708. Es zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, daß sehr hohe psychische Fähigkeiten auch bei einigen wirbellofen Thieren, namentlich den Ameisen vorkommen, welche daher auch bei einer ganz anderen Construction von Hirn und Nervensystem als der der Wirbelthiere möglich sind. Die Staaten der Ameisen, ihre Kriege, die List bei Ausbeutung von Nahrungsvorräthen haben ihres Gleichen fast nur im Reiche des Menschen und lassen sich durchaus nicht als bloße Instincthandlungen begreifen.

1709. Instinctives und bewußtes Seelenleben müssen auseinander gehalten werden, und obwohl sie sich nicht ausschließen, erscheinen doch auf der Stufe des höheren Seelenlebens die Instincte sehr beschränkt. Bei den instinctiven Handlungen ist sich das Thier weder des Grundes noch des Zweckes bewußt, folgt nur dem Triebe, der, aus dem Naturganzen hervorgegangen und mit ihm zusammenhängend, es meist ganz sicher leitet. So wie die entsprechende sinnliche Vorstellung als Motiv einer instinctiven Handlung eintritt, erfolgt letztere. Auch die bewußte Mitwirkung, die manchmal bei instinctiven Handlungen stattfindet, achtet nicht auf den Zweck, sondern nur auf die Erfüllung des Triebes. Bei zerschnittenen Planarien kann jedes Segment zu einem neuen Thiere werden. In solchen und ähnlichen Fällen ist eben die typische Idee in jedem Stücke gegenwärtig und wird

unbewußt vorgestellt. So hat auch die Biene, der Vogel die unbewußte Vorstellung der Zelle oder des Nestes in sich. Waiz meinte, darin eben liege die Hauptschwierigkeit bei der Erklärung der instinctiven Handlungen, „daß sie das Wirken eines unbewußten Willens voraussetzen, während wir nur von einem bewußten eine Vorstellung haben“. Aber die instinctiven Handlungen der Thiere fallen eben in ein außer ihnen liegendes Bewußtsein.

1710. Die verschiedenen Instincte und Kunsttriebe haben sich nach fundamentalen Gesetzen mit Nothwendigkeit und in Uebereinstimmung mit der äußeren Natur entwickelt, sind nicht durch zufällige Anpassung und Gewöhnung entstanden, obschon diese im Laufe der Generationen sie befestigt hat, so daß sie öfters auch unter veränderten äußeren Umständen beharren.

1711. Die instinctiven Handlungen beziehen sich auf die Erhaltung des Individuums oder der Art: namentlich auf Ernährung, Schutz vor Feinden, Winterschlaf, Fortpflanzung und Sorge für die Brut. Ohne Zweifel ist mit ihrer Ausführung Befriedigung für das Thier gegeben, mit ihrer Unterlassung oder Unterdrückung Angst oder Unruhe. Man hat die instinctiven Handlungen der Thiere mit den Erscheinungen des bewußtlosen Bildungstriebes im Thier- und Pflanzenreiche verglichen; was durch diesen vermöge der mechanischen Einrichtungen und der Reaction auf die Reize geschieht, wird bei den Instincthandlungen durch den thierischen Organismus ausgeführt, der sich hier als zugeordneter Apparat verhält. Es kommt aber hiezu noch, daß die Instincthandlungen mehr oder minder unter Mitwirkung des bewußten Lebens vollzogen werden, namentlich wenn äußere Umstände eine Modification ihrer gewohnten Form gebieten. Versagen diese Umstände ihre Gunst, so werden die Versuche zu den instinctiven Handlungen, zu welchen die Thiere eine fixe Idee treibt, auf andere und andere Weise wiederholt und dabei Verstand und Erfahrung benutzt, so weit diese reichen mögen. Die bestimmten Triebe, welche die instinctiven Handlungen hervorrufen, sind in der Organisation der Thiere begründet, somit angeboren und werden durch innere und äußere Reize, häufig in bestimmter Zeit, geweckt. Manchmal sind auch specifische Organe zu ihrer Vollziehung da, in anderen Fällen werden sie mit den gewöhnlichen

Mitteln ausgeführt, wie denn die Webervögel mit ihrem einfachen Schnabel sehr künstliche Nester weben, die Feldmaus Körner sammelt wie der Hamster, ohne doch Vadtentaschen zu haben. Sind aber besondere Werkzeuge da, die also eigens hiefür durch den Bildungstrieb, ohne Zuthun des psychischen Elementes, und vor dem Erwachen desselben hergestellt wurden, so ist damit eine schöne Verbindung zwischen Bildungstrieb und Instinct zur Erreichung desselben Zieles gegeben.

1712. Jene Trennung des vegetativen und animalen Nervensystems, welche im Menschen und den Wirbelthieren stattfindet, — eine Trennung nothwendig für die Oekonomie ihres Seelenlebens — scheint nicht in gleicher Strenge bei den niederen Thieren, namentlich den Insecten durchgeführt. Da die Instincte viel näher mit dem organischen als mit dem bewussten Seelenleben zusammenhängen, so mögen ihre Gebote in Folge der theilweisen Aufhebung jener Trennung desto leichter und verständlicher zum Bewußtsein jener Thiere gelangen.

1713. Das bewußte Seelenleben nimmt in den Classen der Vögel und Säugethiere plötzlich einen höheren Aufschwung und erhebt sich von dem dumpfen, brütenden Dasein der meisten Fische, Amphibien und Reptilien zur Klarheit und Lebendigkeit; nur das Seelenleben jener beiden Classen ist uns verständlich und dem unserigen näher verwandt, und allein Vögel und Säugethiere können sich mit dem Menschen befreunden, von ihm lernen und — innerhalb der Schranken ihres Wesens — höher entwickelt werden. Der Zähmung sind nur Thiere fähig, bei welchen das Gedächtniß Erfahrungen längere Zeit fest halten kann, und wo zugleich ein gewisser Grad von Verstand vorhanden ist. Sie bewirkt eine Entwicklung desselben, die in den verschiedenen Gattungen sehr ungleiche Höhe erreicht, aber auch in den vollkommensten Thieren nur wenig das ihnen von der Natur zugemessene Maß übersteigt, während sie, weil das Thier seinen natürlichen Bedingungen entrissen ist und seine Bedürfnisse vom Menschen theilweise befriedigt werden, eine Schwächung gewisser, namentlich der instinctiven Anlagen herbeiführt. — Durch die Zähmung sollen sich die Falten im Thierhirn vermehren, und

nach Malacarne soll die Zahl der Fasten im kleinen Gehirn bei Blödsinn und Manie viel geringer sein.

1714. Mittel, seine Gegenwart anderen Individuen derselben Art bemerkbar zu machen, sich zu rufen und zu verständigen, hat die Natur auch niederen Thieren gegeben, — aber nur bei Vögeln und Säugethieren kommt es zu Tönen, welche als eine Vorregung der menschlichen Sprache gelten können, Sprache in einfachster Form, hinreichend, die wenigen aber starken Empfindungen und Begehrungen des Thieres auszudrücken. Sene vertraulichen, vielsagenden Laute zwischen Kindern, Eltern und Kindern, zwischen Freunden, Liebenden können einen Begriff von der Thiersprache geben; die wenigen Laute der Thiere sind ebenso vielsagend und ihre Bedeutung wird ebenso durch Haltung und Gebärde näher bestimmt.

1715. Im Menschenreiche hat jede Rasse, jedes Volk seine Eigenthümlichkeiten, Appetite, besonderes Gebahren; es ist eigentlich kein Individuum dem andern ganz gleich, aber man spricht nur von denen, welche sich bedeutend von anderen unterscheiden. Im Thierreich hat jede Species ihre eigenthümlichen Sitten, aber auch hier hebt man nur die auffallenderen hervor. Daß der Waschbär allen Fraß zuerst in Wasser taucht, die Tucans ihn in die Höhe werfen und dann mit dem Schnabel auffangen, der Kukul seine Eier in fremde Nester legt u., sind solche besondere Züge, von denen man meist den fernsten Grund nicht angeben kann, der aber, wie auch Bewegung, Handlung, Sprache mit organischen Beschaffenheiten im Einklang steht. Die individuellen Charakterzüge verschwinden größtentheils schon in der nächsten Generation, jene der Völker dauern Jahrhunderte, der Rassen und Thierarten Jahrtausende.

1716. Bei den höchsten Thieren zeigt sich eine Annäherung an die psychische Beschaffenheit des Menschen, aber die Kluft zwischen ihnen und selbst den niedersten Menschenrassen bleibt unausgefüllt; die anthropoiden Affen stehen psychisch nicht höher als Elephant und Hund. Ein Irrthum ist es jedoch, in den auch Altm*) wieder verfallen ist, den Thieren Alles abzusprechen, was mit Liebe und Haß und allen übrigen Neigungen und Leidenschaften des Menschen verglichen werden kann, jede

Spur von Freiheit, Besinnung und Willen bei ihnen zu leugnen und sie allein durch Nothwendigkeit bestimmen zu lassen. Die Freundschaften mancher Thiere zueinander, die zärtliche Begegnung der Geschlechter, das liebevolle und dankbare Benehmen mancher Thiere gegen bestimmte Menschen erweisen in unzähligen Fällen eine Verwandtschaft der Thier- und Menschenseele. Aber das Naturgesetz lastet schwerer auf ihnen als auf dem Menschen und zwingt namentlich die wilden Thiere, die geringeren, ihnen verliehenen Fähigkeiten fast ausschließlich zu ihrer Erhaltung und zur Erfüllung der ihnen gewordenen Aufgaben zu verwenden, so daß die höheren Regungen der Seele, deren Keim auch in ihnen vorhanden ist, nur in seltenen Momenten hervortreten können.

*) Der Vogel und sein Leben, Münster 1868.

Die Functionen zur Erhaltung der Art.

1717. Die geschlechtliche Fortpflanzung scheint bei allen Thieren statt zu finden, Vermehrung durch Theilung und Sprossung neben jener nur bei niedrigeren. Die auf diese Weise entstandenen Individuen können dann sich vom Mutterthiere abschneiden, trennen und selbständig fortleben, wie z. B. bei den Infusorien geschieht, oder mit jenen vereint bleiben, wodurch, wenn der Sprossungsproceß fortgeht, Thierstöcke, lebende Stammbäume entstehen, in welchen meist eine Communication der Säfte und Empfindungen zwischen den Individuen stattfindet. So bei Blumenthieren, Quallenpolypen, Bryozoen, manchen Tunicaten. Diese Thierstöcke oder Colonieen bereiten die Thierstaaten vor, wo die Individuen körperlich getrennt, aber für gemeinschaftliche Zwecke verbunden sind.

1718. Die wesentlichen Geschlechtsorgane sind ei- oder samenbildende, weibliche oder männliche, Ovarien oder Hoden; ihre Producte, Eier und Samen, sind die Träger polarisch entgegengesetzter Kräfte. Mancherlei Apparate sind bestimmt, sie in Berührung zu bringen, den erzeugten Keim zu entwickeln und an das Licht der Welt zu fördern. Zur sichern Erfüllung dieser Bestimmung wird der betreffende Act durch einen lebhaften Reiz

eingeleitet und ist zugleich mit Lust verbunden, die eine eigenthümliche Modification des Gefühlssiunes ist.

1719. Die Geschlechtsorgane können auf tieferen Stufen in einem Individuum vereint sein, welches aber doch meist mit einem andern zu einem Doppelact sich vereint, sich zugleich empfangend und befruchtend verhält, oder sie sind — im höheren Thierreich — an zwei Individuen vertheilt. Hermaphroditismus wird besonders bei Thieren mit keiner oder langsamer Ortsbewegung indicirt sein (manchen Würmern, Mantelthieren, den Austern, Rankenfüßern, manchen Schnecken), oder vereinzelt lebenden (vielen Eingeweidewürmern). Bei den Zwitter Schnecken sind Hoden und Eierstöcke sogar in derselben Drüse vereint. Bei niederen Thieren, z. B. auch Würmern, finden sich oft im selben Genus ein- und doppelgeschlechtige Arten. Die hermaphroditische Anlage ist auch bei den eingeschlechtigen Thieren da, und Unisexualismus entsteht dadurch, daß sich die einen oder anderen Geschlechtsorgane einseitig ausbilden.

1720. Die Zeugungs- und Lustorgane, in der früheren Embryonalzeit einander ganz gleich, entwickeln sich erst in der spätern zum männlichen und weiblichen Typus; lassen jedoch auch in ihrer vollen Ausbildung noch einen Parallelismus der einzelnen Theile erkennen, wonach den Eierstöcken die Hoden, den Eileitern die Samenleiter, dem Fruchthälter die Prostata, dem Fruchtgang das Zeugungsorgan entsprechen. Die lebhafteste Sympathie zwischen den wesentlichen Geschlechtstheilen, den Hoden und Eierstöcken, und den Begattungsorganen beruht wahrscheinlich darauf, daß ihre centralen Nervenenden im Gehirn zusammengeordnet und von derselben Belegungsmasse umgeben sind. Die Regungen der Geschlechtsorgane erwachen erst mit der Pubertät und kommen nun zum Bewußtsein der Seele. Wie um die Zeit der Liebe die Pflanzen ihre Blütenpracht und ihre Düfte entwickeln, so schmücken sich auch häufig die Thiere mit erhöhtem Farbensglanz.

1721. Die Zeugungsorgane werden zu ihrer Function sehr allgemein durch Einrichtungen befähigt, welche Schwellung ermöglichen. Die Hohlräume zahlreicher Venen verbinden sich zu einem complicirten Netz, viele Arterienzweige verlaufen spiralig gewunden; den vielfachen Scheidewänden der cavernösen Körper

in Penis, Clitoris und Nymphen gesellen sich Zellgewebe, elastische und Muskelfasern, Nerven, vielleicht auch Saugadern bei. Unter dem Einfluß der Nerven füllen sich die Räume mit Blut, was die Turgescenz und oft Hervorstülpung der betreffenden Organe herbeiführt.

1722. Besondere Vorrichtungen, welche sich an die Zeugungsorgane anschließen und den Schutz, die Bewahrung, die Entwicklung der Eier und Jungen sichern, hat man Brutpflegende, neomeletische genannt. Bei vielen, namentlich den höheren Thieren sind sie ein Theil des elterlichen Leibes (Taschen der Beutelhierre, Brutflecke mancher Schwimmbögel, Eiertaschen bei Syngnathus, Barnassius), bei niederen Thieren ist oft in Folge der Arbeitstheilung eine eigene Kategorie von Individuen hiefür bestimmt. (Geschlechtslose der Bienen, Wespen, Ameisen. Vergl. S. 1065.)

1723. Mancherlei Veranstaltungen vermitteln das Zusammentreffen der Geschlechter. So haben die Weibchen mancher Thiere eigenthümliche Drüsen, deren Secretum durch seinen Geruch die Männchen aus weiter Entfernung anlockt. In anderen Fällen ist es die Stimme — hauptsächlich der Männchen, seltener der Weibchen — welche die Geschlechter sich finden läßt, oder sogar das Licht, welches sie entwickeln. Und so mächtig ist der Drang zur Vereinigung, daß nicht nur die Sorge für die Nahrung, sondern auch für das Leben häufig ganz vergessen wird, die Natur des Thieres sich für diese Zeit außerordentlich verändert. Das mit der Paarung verbundene Lustgefühl kann nicht „der Köder sein, den die Natur zur Erreichung ihres Hauptzweckes, der Art-erhaltung ausgeworfen hat“, wie Valentin meint, denn das Thier kennt ja anfänglich diese Lust nicht, sondern gehorcht unmittelbar dem gewaltigen Triebe, dessen Zweck ihm verborgen ist, und sucht frei zu werden von der Unruhe, die es quält. Gewöhnlich sucht das männliche Thier das weibliche auf und provocirt die Begattung, während dem weiblichen die Entwicklung und größtentheils auch die Sorge für die Eier und die Jungen obliegt. Nur bei den polygamisch lebenden Thieren sind die Männchen größer und stärker und zugleich Beschützer und Anführer der Trupps.

1724. Die Befruchtung findet bei den höchsten Thieren zugleich mit der Begattung oder bald nach derselben statt; bei den Insecten, welche sich nur einmal paaren, nimmt eine Ausfackung der Scheide, die sogen. bursa copulatrix, bei der Paarung das Sperma auf, und aus ihr gelangt es dann in das receptaculum seminis, die Samentasche. In dieser, welche auch bei den Strudelwürmern, selbst beim schwarzen Molch und einigen Wassermolchen vorkommt, behält das Sperma seine Lebendigkeit und befruchtet die Eier einzeln, wenn sie beim Legen vorbei passiren. Bei der Bienenkönigin reicht das Sperma für das mehrere Jahre währende Leben und zur Befruchtung vieler tausend Eier aus. Die große nervöse Aufregung beim Begattungsact führt bei den Männchen der Insecten rasch den Tod herbei.

1725. Mancherlei Veranstaltungen, bei den Insecten z. B. die eigenthümliche Form der Begattungsorgane, am meisten jedoch der natürliche Widerwille verschiedener Species gegen die Paarung, verhindern Bastardzeugung. Bastarde sind in der Regel, wenigstens für eine längere Reihe von Generationen, unfruchtbar, doch gibt es Ausnahmen, wie manche Bastarde von Hund und Wolf, Hund und Fuchs, Pferd und Esel. (Vergl. S. 996—7.)

1726. Alle Fortpflanzung beruht auf Absonderung vom elterlichen Leibe; bei der Theilung und Sprossung trennen sich direct ganze Zellencomplexe von demselben, bei der geschlechtlichen werden hiezu ganz eigenthümliche Zellen erzeugt: Ei- und Samenzellen. Die Zeugungstoffe sind die Absonderung par excellence, welche die ganze Substantialität des zeugenden Individuums in sich enthält; dadurch stehen sie über allen particularen Absonderungen.

1727. Bischoff hält das Ei schon für ein complicirtes Gebilde; die Zelle sei das Reimbläschen, was Andere nur für einen bläschenförmigen Nucleus halten. Junge Eier sehr junger Thiere und Hodenzellen, ebenfalls ursprünglich hüllenlos, zeigen nach Pflüger und La Valette amöboide Bewegungen, strecken Fortsätze hervor und ziehen diese wieder ein. In Wasser gebracht, bildet sich eine Membran um sie. Außer dem Dotter, welcher ganz dem vegetabilischen Protoplasma entspricht und manchmal contractil ist, finden sich im Eichen oft Fett, Pigment, harnsaure Salze, Krystalle wie in anderen Zellen. Es entsteht und wächst wie diese,

bis durch die Befruchtung eine ganz andere Reihe von Vorgängen in ihm eintritt. — Die Eier sind meist sphäroidisch.

1728. Im Sperma schwimmen bewegliche oder unbewegliche Samenkörperchen, welche in Mutterzellen entstehen und durch Pläzen frei werden. Ihre Form ist sehr verschieden, oft haar- oder fadenförmig, am Ende oft knopf- oder keulenförmig; die unbeweglichen gleichen einfachen oder strahligen Zellen. Die Bewegung der Spermatozoiden inhärrt, wie ich nicht zweifle, ihnen selbst, kommt wohl nicht, wie Bischoff meint, ihnen „durch eine beständige innere Unruhe des Spermas“ zu. Kaustisches Kali und Natron, auch Ammoniak fördern ihre Bewegung; sie bestehen aus einer Mulder's Proteindeutoxyd ähnlichen Substanz mit etwas Fett und geben etwa 5 Proc. Asche, welche neben freier Phosphorsäure besonders phosphorsauren Kalk enthält. (Frerichs in Günther's Physiol. II, 1037.)

1729. Die Samenkörperchen bringen bei oder bald nach der Begattung vermöge ihrer eigenen Bewegung in die Eichen ein, die Dotterhaut durchbohrend oder durch Oeffnungen, Mikropysen, in derselben; Newport sah sie in das Froschei, Barry in das Ei der Säugethiere bringen, was Bischoff anfänglich leugnete, später (1854) bestätigte. Sie lösen sich im Dotter (nebst dem Keimbläschen und Keimfleck) auf und regen in ihm, dem weiblichen Zeugungsstoff, gleich einem Gährungs- mittel oder Contagium, eine Reihe von Molecularbewegungen an, durch welche dessen Elemente zur Gruppierung in einen entwicklungsfähigen Keim befähigt werden, welcher dann der weiter zutretenden organischen Materie seine Bildungsgeetze einprägt. Es genügen zur Befruchtung schon wenige Spermatozoiden; nach Spallanzani reicht ein breitausend Milliontel Gran Sperma zur Befruchtung eines Kröteneies hin.

1730. Das Spermatozoid, wenn ein einziges zur Befruchtung genügt, oder die Spermatozoiden nehmen sicherlich verschiedene Stellungen im Eichen an, in das sie eingebracht sind, und auch damit sind kleine individuelle Modificationen in der Entwicklung und deren Endproduct gegeben. Die Wirkung der Spermatozoiden ist übrigens ebenso sehr eine chemische und elektrische als mechanische. Die besonderen Zustände, welche durch

die ursprüngliche Beschaffenheit von Ei und Samen und durch deren Ausgleichung zu einer Verbindung herbeigeführt wurden, müssen sich nothwendig auf die Zellen fortpflanzen, welche aus dem befruchteten Eichen hervorgehen.

1731. Man hat die Wirkung des Samens auf das Ei mit der der Diastase auf die Stärke, mit katalytischer, mit Contactwirkung verglichen, was die Tiefe des Vorganges nicht erreicht. Man muß bedenken, daß den kleinsten Theilen der Zeugungsstoffe die Idee der Art und die Beschaffenheit des Individuums eingebilbet sei; das Ganze, was sich im Organismus explicirt, ist hier in den Punct gesetzt. Daher die Möglichkeit, daß sich Art und Individualität der Eltern vererben können. In der Seele gestaltet sich die Resultante aller Vorstellungen, Gedanken und Gefühle zum Bewußtsein dieses bestimmten Ich, in den Zeugungsstoffen bildet sich die ganze Summe der organischen und geistigen Bestimmtheiten potentiell dem kleinsten Quantum ein. So besteht neben dem gewaltigen Gegensatz zwischen den Vorgängen im Hirn und in den Zeugungsstoffen wieder Verwandtschaft in Beziehung auf das Ergebniß. Harvey sagt, rohe Vorstellungen hinsichtlich der Zeugung abweisend: Bei solchen Ansichten sieht man nur den materiellen Grund und vergißt das bei Zeugung und Ernährung wie in der ganzen Natur Wesentliche: die göttliche Kraft und Weltseele. Und in einer Schrift über die Geheimlehre der Juden heißt es: Zur Zeit, wo gesäet wird der Same, ist in selbem schon gegeben die geistige Form, jenes Nephesh, durch dessen Kraft der Stoff sich ausbildet und in Glieder gestaltet, die das Gefäß sind für Aufnahme des höheren Nephesh. *)

*) Molitor, Philosophie der Geschichte, III, 683.

1732. Die Zustände der Eltern zur Zeit der Zeugung und Empfängniß sind von bedeutendem Einfluß auf die Nachkommenschaft; Kinder im Rausche, der Melancholie, dem Wahnsinn gezeugt, sind oft geistesgestört oder blödsinnig. Der physische und geistige Zustand der Mutter während der Schwangerschaft wirkt durch das Blut auf die Frucht ein, und Vorgänge in der Mutter können sich auf die entsprechende Region der Frucht übertragen, wie sich dieses beim Jögen. Versehen zeigt, dessen Realität

Burdach, Bergmann, Budge, Hagen, v. Baer (welcher einen Fall von seiner Schwester berichtet) mit Recht vertheidigen. — Das weibliche Individuum gibt überhaupt nicht nur Zeugungs-, sondern häufig auch noch Bildungstoff.

1733. Nähere Bestimmungen über das, was jedes der Eltern dem Kinde gibt, sind ganz hypothetisch, so wenn A. Walker (Intermarriage etc., Lond. 1838) meint, das eine Individuum bestimme beim Kinde den Vorderkopf, Gesichtsknochen, Sinnesorgane, Stimme, Ernährungssystem, das andere den Hinterkopf, kleines Hirn, Knochen, Bänder, Muskeln; das eine die der Empfindung und Beobachtung dienenden Hirnorgane im Vorderkopf, das andere die Organe der Leidenschaften, Triebe und des Willens im Hinterkopf; beide gemeinschaftlich die Mittelportion. Das Individuum, in welchem während der Begattung die Empfindung über den Willen vorherrscht, soll dem Kinde Vorderhirn und Sinnesorgane mittheilen. Bei gleicher Kraft und gleichem Alter soll der Mann, in welchem das Begehrungsvermögen stärker ist, Hinterkopf und Bewegungssystem, das Weib Vorderkopf und Ernährungsorgane geben. Das stärkere und feurigere Individuum, sei es nun Vater oder Mutter, gebe dem Nachkommen seine Gestalt und sein Geschlecht.

1734. Es ist denkbar, daß bei der Zeugung das geschlechtlich energischere Individuum das Geschlecht bestimmt; vielleicht steht dieses auch mit der Zahl der Spermatozoiden in Verbindung, die in das Ei einbringen, so daß, wenn zu wenig, eine weibliche Frucht entstände. Das Geschlecht, ein Grundprincip, durchbringt Mark und Nieren, Leib und Seele; doch kann das Kind auch Eigenschaften des geschlechtlich weniger energischen Individuums an sich haben, die Tochter an Geist und Gemüth dem Vater, der Sohn der Mutter gleichen, immer unter dem Exponenten des bestimmten Geschlechtes. In der Zeugung wirken alle Regionen und Kräfte ineinander. Wird auch die Frucht nach dem geschlechtlich stärkeren Individuum männlich oder weiblich, so kann sie doch Eigenschaften des entgegengesetzten Geschlechtes erhalten, wenn dieses hierin überwog.

1735. Die vorliegenden Beobachtungen geben noch keine Gewißheit. Thury*) behauptet: wenn die Ruß gehindert ist, in

den ersten Stunden der Brunst zu empfangen, so gibt es mehr männliche Empfängnisse. Während der Sommermonate, wo das Vieh auf den Bergen ist, werden 114 Stierkälber gegen 100 Kuhkälber erzeugt, weil man sogleich, wie eine Kuh brünstig wird, sie absondert, um die Kämpfe der Stiere zu vermeiden, die nur in den ersten Stunden der Brunst stattfinden. Dann läßt man sie frei, weil diese Gefahr nicht mehr zu fürchten ist. Findet die Paarung in den ersten Stunden der Brunst statt, so gibt es mehr weibliche Empfängnisse, so z. B. in der Ebene vom September bis December, wo das Vieh in den Ställen ist und die Paarung nicht verzögert zu werden braucht, weil jene Kämpfe der Stiere, wie sie in der Freiheit stattfinden, hier nicht möglich sind. Nach Thury gehörte zur Entstehung männlicher Individuen größere Reife des Keimes; es käme auf den Zeitpunkt der Befruchtung an, ob aus dem ursprünglich indifferenten Keim eine männliche oder weibliche Frucht hervorgehen soll. Nach Thury ist die Bestimmung des Geschlechts kein ursprüngliches Gesetz (*sait originell de la nature des êtres*), unabhängig von äußeren oder secundären Ursachen, sondern eine abgeleitete Thatsache, zugänglich dem Experiment und der Einwirkung des Menschen.

*) *Actes de la soc. helvet. d. sc. natur.* 1865, Genève, p. 98.

1736. Wilken's Erfahrungen bei der Schafzucht auf Bogarth in Schlesien stehen mit denen Thury's in Widerspruch; in der Mehrzahl der Fälle, wo weibliche Schafe gleich zu Anfang der Brunst gepaart wurden, wurden männliche Lämmer erzeugt, nur in einigen weibliche. *) Pagenstecher meint, die Einwirkung äußerer Einflüsse auf Entstehung der Geschlechter sei wohl annehmbar, diese aber wahrscheinlich mehrfacher Art. — Mir scheint es logischer zu denken, daß dieses hochwichtige Verhältniß nicht von secundären Ursachen, sondern von der dynamischen Energie der Zeugungstoffe im Augenblick ihres Contacts abhängt.

*) *Der zoolog. Garten*, VII, 395.

1737. Die erste Befruchtung eines Thier- oder menschlichen Weibes wirkt bestimmend ein auch auf die durch spätere Begattungen erzeugten Früchte. Eine von einem Esel befruchtete Stute, die ein Maulthier geworfen hat, erzeugt bei späterer Befruchtung durch einen Pferdehengst ein Pferd, das noch etwas

einem Esel ähnelst. Eine englische Stute, die 1815 nur einmal von einem Quagga befruchtet worden war, darauf einen gefleckten Bastard geworfen und diesen seit 1816 nicht mehr gesehen hatte, begattete sich 1817, 1818 und 1823 mit drei arabischen Hengsten und warf drei braune Füllen, sämmtlich selbst noch mehr gefleckt als jener Quaggabastard, schwarz gemähnt, am Rücken und den Beinen dunkel gestreift. Andere Stuten, die sich zuerst mit wilden, dann mit zahmen Eseln und mit Zebrahengsten gepaart hatten, zeigten Aehnliches, was auch von Schweinen, Schafen, Hunden, Kindern bekannt ist. Eine Hündin, welche die erste Befruchtung von einem Hunde ihrer Rasse erfahren hat, bringt künftig, wenn sie sich auch nie mehr mit Hunden ihrer Rasse paart, bei jeder Tracht ein Junges von der Rasse des ersten Hundes. Negerinnen, zuerst von Europäern, dann von Negern befruchtet, gebären von letzteren Kinder mit europäischen Zügen. Oft gleichen Kinder einer zweiten Ehe nach Körper und Geist viel weniger dem zweiten Mann als dem längst verstorbenen ersten. In jeder Brunst wirkt ferner die erste Begattung bestimmend, so daß eine Hündin, die sich mit vielerlei verschiedenen Hunden gepaart hat, in der Regel nur zweierlei Junge wirft, von denen die meisten dem Hunde gleichen, der sie in dieser Brunst zuerst befruchtet hat. (Hausmann.)

1738. Diese viel zu wenig gewürdigten Erfahrungen sind von höchstem Belang. Jene wenigen Spermatozoiden, welche in das Innere des Eiehs gelangen, wirken nicht nur auf dessen Inhalt, sondern indirect auf den ganzen Organismus des weiblichen Individuums, hinaus in eine ferne Zukunft. Die Frucht hat ein bestimmtes Gepräge erhalten, ihr Blut tritt mit dem Blute der Mutter in Verbindung und verändert dieses nicht nur, sondern ihr ganzes Wesen in einer bestimmten Richtung für die ganze Lebenszeit oder wenigstens die ganze befruchtungsfähige Zeit der Mutter. Will man ja das Aussterben der anderen Menschenrassen, wenn deren Frauen sich mit Europäern vermischt haben, davon ableiten, daß das Blut der farbigen Frauen hieburch so alterirt worden sei, daß sie ihre Rasse nicht mehr propagiren können.

1739. Geschlechtliche Ausschweifung schwächt die Kraft des Rückenmarks und der Hirnthätigkeit, macht geradezu dumm, kann

Impotenz, Rückenmarkslähmung herbeiführen. Bei den Völkern der heißen Zone herrscht die Geschlechtsfunction vor, die Gehirnfunktion tritt zurück; darum ist dort die Heimath des Despotismus und der Sklaverei. Arome und Opium erzeugen sinnliche Stimmung, Kaffee soll die Denkkraft erhöhen und die Zeugungsenergie herabstimmen. Die Völker der kühleren Klimate haben größere Intelligenz, weniger heftigen Wollusttrieb, die Geschlechtsreife tritt bei ihnen später ein, die mittlere Lebensdauer währt länger. Die Intelligenz wird aber gesteigert durch sittliche Beherrschung der Geschlechtsphäre, nicht durch physische Eröbdtung derselben, denn Castraten leiden nicht nur Mangel an männlichem Muth, sondern auch an männlicher Intelligenz. Der Gegensatz der beiden Pole und ihre Spannung zueinander ist Bedingung des vollkommenen Menschenwesens. — Bei Castrirten entwickeln sich Stimme und Bart nicht; bei Frauen, denen die Ovarien ausgeschnitten wurden, sanken die Brüste zusammen.

1740. Der unleugbar zwischen dem Gehirn und den Zeugungsorganen bestehende Gegensatz darf aber nicht mit Bireh*) so gefaßt werden, daß im männlichen Geschlechte der Gehirnpol vorherrsche, mit ihm Kraft, Muth, Intelligenz, Ehrgeiz, erhabene Gedanken, im weiblichen der Geschlechtspol, mit ihm Zärtlichkeit, Schüchternheit, wollüstige Gefühle. Der Gegensatz der Männlichkeit und Weiblichkeit liegt nicht allein in der Geschlechtsphäre und Bestimmtheit zum Bilden der Frucht ist nicht Wollust — die übrigens in beiden Geschlechtern ganz gleichmäßig vorhanden sein kann.

*) In einer 1840 vor der französl. Akademie geleseuen Abhandlung.

1741. Der Anstoß zu einer bestimmten Beschaffenheit der Frucht setzt sich auch noch auf die späteren Generationen fort, oft so, daß der Charakter der Eltern mit Ueberspringung der Kinder wieder in den Enkeln erscheint. Weiße Thiere bringen z. B. manchmal schwarzgefleckte Junge, wie ihre Eltern waren, was man Rückschlag nennt.

1742. Nicht nur körperliche, sondern auch geistige Merkmale, selbst erworbene Fähigkeiten können vererbt werden. Das Füllen eines dressirten Pferdes, das Junge eines dressirten Hundes benehmen sich schon anders als die Nachkommen undressirter

Thiere und erweisen sich bei der Abrihtung viel gelehriger als diese. So können sich auch zufällig erlangte Bildungen und Mißbildungen vererben. Junge von Fleischer-, Hühner-, kamtschadalischen Schlittenhunden kommen öfters mit Stutzschwänzen zur Welt; ein Mann, dem der rechte kleine Finger zerhauen und krumm geheilt worden war, zeugte mehrere Söhne mit krummem kleinen Finger der rechten Hand, und Einer, der in Folge einer Verletzung am rechten Auge in der grauen Iris einen braunen Fleck und schwache Beweglichkeit behalten hatte, vererbte diese Beschaffenheit vollständig auf seinen Erstgeborenen und unvollständig auf einen Theil der später erzeugten Kinder. (Blumenbach.)

1743. Die Fortpflanzung aller vollkommneren Thiere mit getrennten Geschlechtern kann durch Eier oder lebende Junge geschehen. Die Insecten (mit Ausnahme von Forficula und den Staaten bildenden Hautflüglern und Termiten) erleben nicht das Auskommen ihrer Brut und überlassen, nachdem sie die Eier, vom Instinct geleitet, an geeigneten Orten abgesetzt haben, das Weitere der Natur. Dasselbe geschieht bei Fischen, Reptilien und Amphibien, bei welchen allen mehrmalige Fortpflanzung stattfindet, obwohl es hier schon an einzelnen Beispielen nicht fehlt, wo nach den Eiern gesehen wird, sie bewacht werden; von einem eigentlichen Brüten kann auch bei jenen Fischen nicht die Rede sein, welche ihre Eier in Nester von Schlamm absetzen, wie die Meergrundeln, auf welchen dann die Männchen sitzen. Ausbrütung der Eier ist bei den Vögeln allgemein, mit Ausnahme jener wunderlichen Megapobiden Neuholands und Australasiens, wo die Eier mehrerer Individuen in zusammengescharrte Haufen von Blättern, Muscheln u. gelegt und durch die sich entwickelnde Gährungswärme ausgebrütet werden. Die Sorge der Vögel wendet sich aber nicht bloß den Eiern, sondern noch mehr den Jungen zu.

1744. Lebendiggebären kommt ausnahmsweise in vielen, auch niederen Thierclassen vor, bei den Säugethieren ist es aber die herrschende und ausschließliche Weise der Fortpflanzung. Die mikroskopisch kleinen Eier werden hier in einem eigenen Organ des Mutterleibes, dem Fruchthälter, gleich einem Neste, ausgebrütet, mit der Modification, daß bei den niedrigsten Säu-

thieren, den Marsupialien und Monotremen (darin den lebendig gebärenden Thieren unterer Classen ähnlich), eine Gefäßverbindung mit dem hier sehr engen Uterus fehlt, weshalb die Embryonen diesen sehr bald verlassen müssen, während bei den höheren Säugethieren und dem Menschen sich eine Placentarverbindung mit dem Uterus herstellt, welche die Entwicklung der Früchte bis zur Reife gestattet.

1745. Die Fruchtbarkeit der Thiere wird um so größer sein, je mehr überflüssiger Bildungstoff in einer gegebenen Zeit angesammelt wird, die Nachkommenschaft um so zahlreicher, je reichlicher die Bedürfnisse für ihr Auskommen vorhanden sind. Im Allgemeinen sind Wasserthiere fruchtbarer als Landthiere, weil die Existenz im Wasser weniger schwierig ist, und Thiere niedrigerer Classen sind fruchtbarer als solche höherer, weil die Lebensbedürfnisse für erstere leichter zu beschaffen sind; auch sind kleine Thiere fruchtbarer als große, mit einigen Ausnahmen bei Fischen und Krokodilen. Die fruchtbarsten Kopftiere sind die Fische und die Knochenfische wieder fruchtbarer als die Plagiosomen; die Amphibien sind fruchtbarer als die Reptilien, diese fruchtbarer als die Vögel und letztere im Ganzen fruchtbarer als die Säugethiere; „kein Vogel legt nur ein Ei“, bemerkt Burdach.

Entwicklung.

1746. Weil die Welt und der Organismus mit- und für-einander sind, der Leib der Natur entgegenwächst, müssen sich Organe bilden, welche die Welt aufzunehmen, zu genießen, zu erkennen vermögen, und dieß geschieht schon, ehe die Welt direct auf den entstehenden Organismus wirken kann. Es sieht so aus, als wenn das bildende Princip eine Vorstellung von der Welt und ihren Processen hätte und ebenso eine Vorstellung von den Organen, die für die Welt nöthig sind. Im Embryo werden Organe erzeugt, die erst in Zukunft, zum Theil nach vielen Jahren, in Wirksamkeit treten sollen, wie die Sinnes- und Geschlechtsorgane. Und auch in den Theilen, welche für die Entwicklung des Embryo bestimmt sind, wie z. B. im Uterus, werden schon früh Muskelfasermassen erzeugt, die erst bei der Geburt thätig werden.

1747. Jedes organische Wesen hat zur potentiellen Grundlage ein Gedankensystem, ein Schema, welches bei seiner Entwicklung realisirt wird. Den Inbegriff der hiebei waltenden Kräfte und Geseze hat man früher als bildende Seele, Bildungsprincip, zusammengefaßt; sie ist als eine Combination schöpferischer Gedanken zu fassen, die schon den Zeugungsstoffen der Eltern eingesenkt ist, von welchen aus jedes Elementartheilchen specifisch und individuell determinirt wird, so daß mit Nothwendigkeit eben dieser Organismus entstehen muß. Gleichen sich auch die Eier und Samenkörperchen der verschiedenen Species sehr und sind vollends die individuellen Unterschiede unserer Wahrnehmung ganz unsagbar, so sind sie doch in jeder Species und wieder in jedem Individuum anders geartet, sonst wäre Erhaltung der Art einerseits und individuelle Bestimmtheit andererseits, ferner Vererbung elterlicher Eigenschaften undenkbar. Bei der Entwicklung aber wirken nicht bloß die in den Zeugungsstoffen gegebenen Momente, sondern auch die Mutter oder die ihre Stelle vertretende äußere Natur auf das Product ein.

1748. Die Keime, welche die Thiere erzeugen, müssen bereits als ein System von festen und flüssigen Theilchen gedacht werden von bestimmter Anordnung, bestimmten Anziehungen und Abstoßungen, als deren nothwendige Folge die künftige Gestalt hervorgeht. Die festen Theilchen wirken gegenseitig aufeinander und auf die Keimflüssigkeit, wodurch sie Strömungen und Ablagerungen herbeiführen, sich nach ihren näheren Verwandtschaften gruppiren und so die Entstehung verschiedener Regionen und Bildungsherde herbeiführen. Flüssiges wird fest, schon Festes wieder flüssig. Die zähe Masse der Keimhaut mit ihren durchsichtigen Kügelchen wandelt sich nicht unmittelbar, sondern durch Zwischenstufen in Gewebe um, die kleinsten Theilchen ändern ihre Formen, verschmelzen zu Fasern und Membranen. Das Mikroskop zeigt nur die Bewegung der sichtbaren Massen, nicht die unsichtbaren Kräfte der Anziehung und Ordnung, durch welche die große Reihe chemischer und histologischer Differenzirung, mechanischer Lagenänderung, alle Verbindungen und Trennungen bewirkt werden, welche zur Darstellung eines Organismus nothwendig sind.

1749. So wie Organe erzeugt werden, welche künftige vor-

bedeuten und vorbereiten, so fehlt es auch nicht an allgemeinen präparatorischen Vorgängen der Entwicklung überhaupt. Solche sind die Furchung des Dotters und seine Zerklüftung, welche das Zerfallen desselben in kleine Einzelmassen mit anderen Molecularbewegungen einleitet, die dann zur Grundlage von Zellen werden. — Die pathologischen Gewebe entwickeln sich nach denselben Gesetzen, nach denselben Vorgängen bis in das kleinste Detail, wie sie die Entwicklungsgeschichte für die normalen Gewebe nachgewiesen hat. *)

*) Vogel, *Icones histologiae pathologicae*, Lipsiae 1843.

1750. Manchmal schwindet eine bestimmte Bildungsmaße bis auf einen kleinen Theil, der etwa zu einem Eierstock, Hoden oder Niere wird, oder ein Theil des Blastems gestaltet sich zu einem Organ, z. B. Muskeln, während der andere sich zum Gewebe umwandelt, das diese verbindet, oder es tritt, wie bei Hirn und Rückenmark, die ganze Bildungsmaße in die Darstellung des Organs ein. Für jedes Organ lagert sich an bestimmter Stelle Bildungsmaße ab. Die Organe zerfallen in ihre Theile der Länge nach in Bündel (Muskeln, Sehnen) oder nach der Fläche in sich umschließende Häute (Darm); die untergeordneten Theile sind contiguirlich oder continuirlich vereinigt. Verbundene Organe entstehen durch Zerfallen (Hirn und Rückenmark, Speiseröhre, Magen und Darm), oder durch Wucherung, nämlich durch sich abschnürende Massen (Lungen, Leber, Pankreas u.), oder durch Synthese, indem sie sich nähern und zum Theil verwachsen (Hoden und Samenleiter, Trompeten und Eierstöcke, Hälften des Kleinhirns). Hohle Organe bilden sich, indem ihr flüssiger Bildungsstoff sich in dichtere Wand und flüssigen Inhalt scheidet (Hirn und Rückenmark), oder ein consistenter Bildungsstoff in Wand und Höhle (so bei vielen Drüsen u.). Die paarigen Organe läßt Baumgartner durch Reinspaltung entstehen, ebenso die centralen und peripherischen Theile, die verschiedenen Schichten u. Schimper wollte seine „Rhoologie“, Strombewegung und Stromgestaltung, auch für die Bildung der organischen Körper und ihrer Gewebe anwenden; die Musculatur sei rhoonomisch zu erklären.

1751. Das in den Eihäuten eingeschlossene Geschöpf heißt

Embryo, auch Fötus; das aus den Eihüllen hervorgekommene Larve, wenn es Metamorphosen durchzumachen hat; Junges, wo dieses nicht der Fall ist; Amme, wenn Generationswechsel stattfindet. Von Metamorphose spricht man, wenn dasselbe Individuum außer dem Ei bedeutende Aenderungen der Gestalt und der Organe erfahren muß, bis es zum definitiven Zustande gelangt. Die Verwandlung ist verbunden mit Vergehen alter und Erzeugung neuer Organe, der Ammenzustand mit Erzeugung von Keimen.

1752. Für viele Thiere ist es Gesetz, daß sie nach dem Verlassen des Eies noch bedeutende Gestaltänderungen, Metamorphosen, durchlaufen, verbunden mit mehr oder minder durchgreifender Aenderung der Organisation. Am auffallendsten sind dieselben in den Kreisen der Strahl-, Weich- und Gliederthiere, am bekanntesten und schon früh beobachtet bei den Insecten.

1753. Thiere, welche eine große Zahl von Eiern mit wenig Bildungstoff erzeugen, müssen in der Regel zugleich die Fähigkeit haben, sogleich oder bald nach dem Verlassen des Eies selbst Nahrungstoff zur Vollenbung des Ausbaues ihres Leibes zu erwerben. Ein großer Theil der Umwandlungen, welche z. B. Säugethier- oder Vögelembryonen, welchen der Bildungstoff von der Mutter geliefert wird, innerhalb des mütterlichen Körpers oder des Eies durchgehen, wird daher bei Thieren mit sehr zahlreicher Nachkommenschaft in die Zeit nach dem Verlassen des Eies fallen; darin sind also die Metamorphosen der Insecten, Crustaceen, Batrachier begründet.

1754. Erlangt ein Thier schon innerhalb der Eihüllen im Wesentlichen die Gestalt und Organisation der Eltern, — was immer eine längere Zeit des Eilebens und reichere Ausstattung mit Bildungsmaterial voraussetzt, — so wird seine weitere Entwicklung außer dem Ei im Ganzen nur Wachsthumentwicklung und vollkommnere Ausbildung der schon vorhandenen Organe sein. Dauert das Eileben verhältnismäßig kürzere Zeit (wobei von sogen. latenten Leben und Stillständen der Entwicklung abzusehen ist), so wird der Embryo das Ei in einem dem elterlichen Thiere sehr unähnlichen Zustande verlassen und noch große Veränderungen, Metamorphosen, durchlaufen müssen. Im ersteren

Fall — am auffallendsten z. B. bei den höheren Wirbelthieren — werden die Metamorphosen im Ei, im zweiten erst außer dem Ei durchgemacht. In jenem kann wegen des größeren Aufwandes von Bildungsmaterial die Nachkommenschaft weniger zahlreich sein als im zweiten.

1755. Zoologisch einander nahe stehende Thiere stimmen keineswegs immer in ihren Entwicklungsweisen überein, sondern diese gehen oft weit auseinander, wie sich namentlich bei Mollusken, Insecten und Würmern zeigt. Thiere, die im System einander nahe stehen, gelangen oft auf sehr verschiedenen Wegen an das Ziel ihrer Ausbildung. Während z. B. bei manchen Muschelthieren eine vollkommene Metamorphose stattfindet, schreitet bei anderen die Entwicklung ganz stetig fort; während die Bildung gewisser Zweiflügler fast nur als eine Reihe von Häutungen sich darstellt, werden bei anderen die wichtigsten Organe der Larve ganz zerstört und die Organe des vollkommenen Insects aus neu gebildetem Zellenmaterial aufgebaut. — Alle Entwicklung nicht als eine Metamorphose des Keimes, sondern als eine Reihe selbständiger Generationen aufzufassen, wo immer die folgende aus der früheren hervorgeht, wie Milne Edwards thut, — scheint durch nichts gerechtfertigt.

1756. Die höheren Thiere durchlaufen (was Riemeher und Geoffroy St. Hilaire zuerst erkannt haben) bei ihrer Entwicklung Zustände, welche einigermaßen den Stufen des Thierreiches oder derjenigen Beschaffenheit vergleichbar sind, welche die Thiere der verschiedenen Kreise bei der Vollenbung ihrer Entwicklung darbieten. Nicht daß also ein Säugethier oder der Mensch in einer Stufe des Embrionallebens ein Infusorium wäre, dann ein Wurm, Mollusk oder Gliederthier, zuletzt ein Wirbelthier würde, sondern so, daß seine früheren Zustände analoge Grade der Ausbildung erkennen lassen. War der letzte uns erkennbare Zweck der schöpferischen Wirksamkeit bei Darstellung thierischen Lebens der Typus der Wirbelthiere, beziehungsweise der Mensch, so stellen die niedrigeren Formen Entwicklungsreihen anderer Typen dar, durch welche an und für sich minder wichtige Functionen im Ganzen der Natur vollführt werden. Dieses Gesetz ist aber nicht bloß bei den Kopsthiere in ihrem

Verhältniß zu den unteren Thierkreisen wirksam, vielmehr zeigen in jedem Kreise embryonische Zustände höherer Formen eine Ähnlichkeit mit vollendeten Zuständen niederer. Endlich durchlaufen die höheren Thiere bei ihrer individuellen Entwicklung die unteren Stufen auch im Sinne der chronologischen Entwicklung des ganzen Thierreiches. — Je höher ein Thier, desto größer die Zahl seiner Entwicklungsvorgänge.

1757. Zweck aller Entwicklung ist Erreichung relativ vollkommener Zustände, aber wie in der geistigen und sittlichen Welt Herabsinken von schon erlangter höherer Stufe auf eine niedrigere nur zu häufig vorkommt, so ist dieses in einigen Fällen auch im Thierreiche so und für einige der unteren Ordnungen der Krebsse charakteristisch; so für Copepoden, Cirripeiden, Isopoden, Schmarogsthiere, bei deren rückwärtiger Verwandlung meist die Locomotionsorgane verschwinden und sich statt ihrer Klammerorgane bilden, Augen und Fühler verkümmern. Hingegen gewinnen die vegetativen Organe das Uebergewicht, die Geschlechtswerkzeuge bilden sich oft übermäßig aus und auch die histologische Differenzirung der Gewebe wird vollkommener.

1758. Bei der Entwicklung entsteht nicht zuerst das Specielle und aus diesem das Allgemeine, sondern das Allgemeine geht dem Besonderen voraus, es werden überall gleich die Lineamente der Hauptsysteme gezogen und wenigstens provisorische Repräsentanten der vorzüglichsten Organe erzeugt. So entstehen Hirn und Rückenmark vor den Nerven, das Herz vor den Gefäßen, das Darmrohr vor den Secretionsorganen.

1759. Manche Theile wachsen zuerst unverhältnißmäßig, wie z. B. bei den Kopsthiere Hirn und Schädel, so daß der Fötus disproportionirt ist — und später langsam, wo dann die übrigen Theile zum Nachrücken Zeit haben. Beim Wachsthum wirken die Organe, indem sie sich drängen und vielfach verschieben, ohne doch in der Hauptsache ihre einmal erlangten relativen Lagen zu verlieren, gegenseitig auf ihre Gestaltung. Die Knochen, langsamer wachsend als die Muskeln, sind eben dadurch zum Theil gezwungen (so Schulterblatt, Rippen, Beckenknochen), zwischen die Lücken der Muskeln hineinzuwachsen, weil sie hier den geringsten Widerstand finden. Die Entwicklung der animalen Systeme geht der der

vegetativen voraus. Ueberall geht Mannigfaltigkeit aus der Einheit hervor, sowohl der Form als dem Stoffe nach. Die bedeutendsten Veränderungen erfolgen in früher Zeit und die Bewegung wird allmählig langsamer wie die eines Stromes bei weiterer Entfernung von seinem Ursprung.

1760. Man hat Bildungs- und Nahrungsdotter unterschieden; die Eier mit gleichmäßig totaler Dotterspaltung sollen nur Bildungsdotter für die erste Anlage des Embryo enthalten, die anderen mit partieller Zerklüftung außer dem Bildungs- auch Nahrungsdotter, d. h. solchen, der später zum Aufbau des Embryo verwandt wird. Aber die Grenze zwischen beiden ist schwankend.

1761. Die Entstehung der ersten Anlage des Embryo erfolgt nach zwei Hauptweisen. Der Embryo bildet sich entweder gleichmäßig und in seinem ganzen Umfang als eine den Dotter umfassende Zellschicht, wie bei den Cölenteraten, Stachelhäutern, niederen Würmern und Gliederthieren, oder er umwächst diesen ungleichmäßig, von Uranlagen, sogen. Primitivtheilen aus, wie bei allen höheren Thieren. Hier scheidet sich aber der Bildungsgang wieder in mehrere Richtungen, einmal indem entweder wie bei den Schnecken der Embryo aus einem flächenhaften Primitivtheile entsteht, der den Dotterrest ganz umschließt, oder wie bei den Kopffüßern einen Theil des Dotters frei läßt, der dem Embryo sackförmig anhängt. In einer zweiten Richtung entsteht der Embryo aus einem bilateral symmetrischen, in der Längsaxe liegenden Keimstreifen, welcher entweder auf der unteren Dotterfläche liegt und daher der Bauchseite entspricht, wie bei vielen Ringelwürmern und fast allen Gliederthieren, oder auf dem Rücken des Dotters liegend der Rückenseite des Embryo entspricht, wie bei den Wirbelthieren. Vom Keimstreifen aus umwächst der Embryo allmählig den Dotter und erhält hienit seine vollkommene Begrenzung. Er nimmt bei den Insecten und Batrachiern den Dotter allmählig in die Leibeshöhle auf oder es bildet sich bei den Vögeln und Säugethieren ein Dottersack, dessen Inhalt ebenfalls nach und nach in den Leib eingeht. Nach der Lage des Keimstreifens an der oberen oder unteren Dotter-

seite wird sich die Rücken- oder Bauchseite des Embryo zuerst ausbilden.

1762. Verweist der Embryo, dessen Organe sich nun innerhalb der Eihüllen entwickeln, bei einem reichen Dottervorrath längere Zeit in diesen, so wird er bei Verlassung derselben eine Ausbildung erlangt haben, die der des reifen Thieres, abgesehen von der Größe und den mangelhaftem Zustand der Geschlechtswerkzeuge, nahe steht, und im freien Leben nur diese auszubilden und zu wachsen nöthig haben, um dem reifen Thiere gleich zu werden. Das ist der Fall bei den meisten Wirbelthieren und beim Menschen. Ist aber die Periode des Embryonallebens in den Eihüllen nur kurz, der Dotter nur klein, so verläßt sie der Embryo in einem dem reifen Thiere sehr unähnlichen, unvollkommeneren Zustand, erscheint diesem gegenüber als Larve und muß die folgenden Bildungsstufen in Metamorphosen durchlaufen. So vollzieht sich der Entwicklungsproceß bei den Batrachiern und den meisten Wirbellosen. In den Eiern der Säugethiere ist zwar der Bildungstoff nur ein Minimum, aber hier wird der weitere Bedarf durch das Blut der Mutter gedeckt. Bei den Thieren mit Metamorphose kann die Zahl der Eier und Jungen im Allgemeinen größer sein als bei den Thieren ohne solche, indem bei ersteren die Larven den ihnen nöthigen Bildungstoff durch freie Ernährung sich aneignen.

1763. Ein für nucleus gehaltenes Gebilde bei den Infusorien soll Samensäden und Eier entwickeln, deren Befruchtung noch ganz dunkel ist und vielleicht wechselseitig durch Aneinanderlegen zweier Individuen erfolgt. Jedenfalls vermehren sich diese Thierchen auch auf ungeschlechtlichem Wege durch Quertheilung. Ebenso wenig bekannt ist die Fortpflanzung der Rhizopoden. Man weiß nur, daß bei Amöben und anderen schalenlosen Formen Theilung sowohl als Verschmelzung von Individuen vorkommt. Zersprengte Greeff Actinophrys Eichhornii durch Druck in 2, 6, 10, 40 Stücke, so präsentirte sich jedes Stück nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde als eine selbständige Actinophrys, ganz wie eine auf natürlichem Wege aus kleinsten Theilsprißlingen entstandene. Dann können sich wieder zwei oder mehrere Individuen zu einem einzigen vereinen. Die Foraminiferen Miliola und Rotalia ge-

bären lebende Junge, die vielleicht aus Eiern entstehen. Wer hätte früher geahnt, daß die Meerschwämme durch Spermatozoiden und Eier sich fortpflanzen?

1764. Bei Coelenteraten, wo man ebenfalls durchgängig Eier und Samenkörper gefunden hat, erfolgt die Entwicklung mit Metamorphose und Generationswechsel. Bei den Verwandlungen der Stachelhäuter hat sich gezeigt, daß das Schema, nach welchem die Larven gebaut sind, ein ganz anderes ist als das der vollendeten Thiere, indem erstere symmetrisch bilateral, letztere radial construirt sind, wozu der Uebergang aus dem bilateralen Typus stetig oder plötzlich geschieht. Dabei kommen verschiedene Weisen der Umwandlung vor, indem bei *Ophiolepis* schon das Ei sich zur Ophiurenscheibe gestaltet, während der Embryo bilaterale Kalkablagerungen zeigt, die dann resorbirt werden, während *Echinaster* und *Asteracanthion* wimpernde Larven mit einem Haftzäpfchen tragenden Kolben zur Anheftung an feste Körper haben. Diese anfangs scheibenförmigen Larven werden später fünfeckig und sternförmig und die vier Anheftungskolben verschwinden durch Aufsaugung. *Ophiothrix fragilis* und manche Seeigel haben Larven von der sogen. Pluteusform, bilateral, mit einem Gerüst aus Kalkstäben und Wimper Schnüren zum Herumschwärmen, vollständigem Verdauungsapparat, und der definitive Körper entsteht in mehreren durch Knospung, so daß also hier ein Generationswechsel stattfindet. Die Larven der Holothurien, Auricularien genannt, sind wurmförmig, mit Wimperkränzen und einem Kalkgerüst wie die Pluteus-Larven und nehmen dann eine Gestalt an, wie die ebenfalls mit Wimperkränzen ausgestatteten Annelidenlarven, hierauf allmählig die Holothurienform. In den Pluteus- und Holothurienlarven bildet sich schon früh das Wassergefäßsystem, wie es dem definitiven Stachelhäuter eigen ist. Allen diesen Stachelhäutern liegt das Schema der Holothurienlarven in ihrer frühesten Zeit zu Grunde, welches dann verschiedentlich modificirt wird. Auch die Larven von Comatula und manchen Asterien sind wurmförmig.

1765. Die Entwicklungsvorgänge der Eingeweidewürmer, von welchen keine Thierklasse verschont bleibt, so daß sogar die kleinen Milben auf der Haut des Menschen, der Wirbelthiere, der

Mollusken und Insecten ihre eigenen Arten beherbergen, haben sich ebenso complicirt als merkwürdig erwiesen. Nach einem sehr allgemeinen Gesetze erreicht fast kein Binnenwurm seine Vollendung am Wohnorte seiner Eltern; die Eier werden vielmehr außer den Körper des Wirthes geführt, in Wasser, Erde, andere Thiere. Die gut verwahrten, bei den Bandwürmern in Ektinschalen gehüllten Eier widerstehen zerstörenden Agentien; solche von Ascariden entwickelten sich in Terpentinspiritus und Weingeist. (Vischoff.) Gelangen nicht schon die Eier an einen anderen Ort, so geschieht dieses doch mit den Embryonen, oder die schon vorgerückten Thiere bringen eine gewisse Zeit außer den Wirthen oder wenigstens in anderen Organen derselben zu. Wanderung also ist die Bedingung für die höhere Entwicklung, wo dann die geschlechtslosen Thiere Geschlechtswerkzeuge erhalten. Manche Eier und Larven gelangen beim Fressen oder Trinken der Wirths in deren Inneres, Raubthiere nehmen die Enthelminthen der verzehrten Thiere in sich auf. Manche Würmer bohren sich durch die Haut oder werden als Eier und Larven in den Blutströmen fortgerissen und in anderen Organen abgesetzt. — Die noch immer zweifelhaften Gregarinen gleichen in Fortpflanzung und ersten Zuständen auffallend gewissen Pilzen.

1766. Sehr viele Würmer entwickeln sich nur vollkommen, wenn sie aus einem niedrigeren Thiere in ein höheres gelangen oder nur in einem bestimmten Organ, z. B. die Bandwürmer nur im Darm, während sie in anderen Organen auf der Stufe des Ectocercus oder Echinococcus bleiben. Gewisse Bandwürmer leben in wirbellosten Thieren nur als sogen. Kopf, in Grätenfischen werden sie zur Amme (scolex, Kopf mit ungegliedertem Anhang), in den Rochen und Haien, welche die Grätenfische verzehren, bildet sich die Kette der geschlechtlichen Individuen, Proglottiden aus; gefäßartige Canäle, sonst für Darm gehalten, laufen von der Amme durch die ganze Kette. Die Eier der hermaphroditisch gebildeten Proglottiden gelangen — oft nur eines von Tausenden — wieder in ein niederes Thier, um dieselbe Entwicklung durchzumachen. Ein ähnlicher Generationswechsel findet bei den Distomen statt, deren infusorienähnliche Junge zuerst frei im Wasser schwimmen, dann in Wassertschnecken

und Wasserinsecten gelangen, hier sich mit einer Puppenhülle, Eyste, umgeben, in welcher sie ein Ruhestadium durchmachen und endlich in Kopsthiere, welche die Wasserinsecten fressen, aus der Eyste hervorbrechend zu geschlechtsreifen Distomen werden. — Die höheren Würmer, die Anneliden, entwickeln sich theils ohne theils mit Metamorphose nach verschiedenen Weisen, die sich nicht auf ein Schema zurückführen lassen. Weil das Segment bei den Naidinen den Charakter der Individualität noch nicht ganz verloren hat, können sie sich durch Theilung oder Sprossung fortpflanzen.

1767. Bei den Gliedertieren ist die Dotterfurchung (mit Ausnahme von *Artemia* und den Wasserbärchen) immer nur partial und es kommt in der Regel zur Anlage eines bauchständigen Primitivstreifens. Außer dem Ei werden fast immer, die meisten Arachniden ausgenommen, mehr oder minder complicirte Metamorphosen durchlaufen. Die niederen Crustaceen kommen als sogen. Naupliuslarve aus dem Ei und nehmen dann durch verschiedene Verwandlungen die Form von Mantelfüßern und Entomostraken an. Bei den höchsten Krebsen kommt entweder das Thier gleich in seiner vollkommenen Gestalt (so bei den Macrouren) aus dem Ei, oder (bei den Brachyuren) als sogen. Zoealarve, die viel höher steht als die Naupliuslarve, bei wenigen Gattungen doch auch als Naupliuslarve, die dann zur Zoealarve wird und nach mancherlei Verwandlungen die vollkommene Gestalt erlangt. (F. Müller.) Den Ostracoden muß man eine Metamorphose zuschreiben, da ihre Schale in den verschiedenen Lebensstadien verschiedene Form hat, auch die Zahl und Form ihrer Glieder sich ändert und mehrere vorübergehende Apparate bei ihnen vorkommen. *Lernaea*, *Lernaeocera* und die verwandten Sippen durchlaufen bedeutende Gestaltänderungen, welche die Copepodenform, die sie in der Begattungszeit zeigen, namentlich durch ungemeine Vergrößerung des Genitalringes kenntlich machen. Die ungeheure Vergrößerung des Körpers überhaupt beim befruchteten Weibchen, welches das unbefruchtete viele hundertmale an Größe übertrifft, rührt wesentlich vom Genitalring her und alle Säfte während des fixirten Parasitismus werden fast nur zur Ausbildung der Eier verwendet.

1768. In den Puppen der Insecten mit vollkommener

Verwandlung, also der Käfer, Schmetterlinge, Haut- und Zweiflügler wiederholt sich gleichsam der Zustand des Embryo im Ei; diese Puppen führen ein rein vegetatives Leben ohne Verkehr mit der Außenwelt, ohne Bewegung und Sinnesthätigkeit, nehmen keine Nahrung, ihre Glieder sind verkürzt und contractirt. Athmung und Herzbewegung dauern nur schwach fort. Bei vielen Hauterfen, allen Schnabelerfen, vielen Netzflüglern gleichen sich Larve, Puppe und vollkommenes Insect in Form und Lebensweise, was man unvollkommene Verwandlung nennt, bei welcher bloß Wachsthum und Hautwechsel stattfindet.

1769. Gewisse Zweiflügler bieten die unerwartete Erscheinung dar, daß Kopf und Brust der Fliege sammt ihren Anhängen schon in der Larve, ja schon im Embryo angelegt sind; sie entstehen getrennt voneinander im Innern der Leibeshöhle und wachsen erst nach der Verpuppung zu den Abschnitten des Fliegenkörpers zusammen. Die inneren Organe bauen sich in überraschender Weise aus dem ganz zerfallenden Larvenkörper, aus neu entstehenden Zellen auf, ähnlich wie bei den Stachelhäutern. Bloß die Genitalbrüsen sind schon im Embryo angelegt und entwickeln sich stetig weiter. Eine so eigenthümliche Metamorphose, eine so gänzliche Umwälzung scheinen bloß jene Zweiflügler zu erfahren, welche sich, wie die Musciden, in ihrer eigenen Larvenhaut als einer Schale verpuppen; die Verwandlung der Tipuliden gleicht jener der Käfer, Schmetterlinge und Hautflügler. (Weismann.)

1770. Die Fliege *Miastor metroloae* Meinert ist dadurch ausgezeichnet, daß sich in ihren Larven junge Lärvchen entwickeln, deren langellipsoide Keime entstehen nach Wagner in Rafan*) aus dem Fettkörper und fallen dann in die allgemeine Körperhöhle. Jeder Keim ist mit Dotter erfüllt, aus dem sich unmittelbar der Embryo bildet. Während die 7—10 Embryonen sich ausbilden, desorganisiren sich fast alle inneren Organe der Mutterlarve und diese stirbt ab; die jungen Larven zerreißen deren Haut und kriechen aus. Nach 3—5 Tagen erzeugen sich in denselben schon wieder junge Lärvchen. Im Juni entsteht die letzte Generation und alle Larven derselben verpuppen sich; die Puppe hat keinen Cocon und auf dem Kopf zwei lange Borsten; sie kann ihre Bauchringe nach allen Seiten frei bewegen. Nach 3—4 Tagen

kriecht aus der Puppe die kleine rothbraune Fliege aus. Die Larven leben in Holzstämmen; nach Schiner und v. Siebold gehört *Miastor* zur Sippe *Heteropeza*. Leuckart und Mettschnikow halten die Fortpflanzung der lebendig gebärenden *Cecidomyiiden*larven für Generationswechsel, Ganin wohlunrichtig deshalb für Parthenogenese, weil bei diesen Larven keine entschiedenen Eierstöcke, sondern nur eine unbestimmte Anlage von Geschlechtsorganen da ist, deren Producte man daher nur als *Pseudova* bezeichnet hat, obgleich sie von den wahren Eiern wenig abzuweichen scheinen und auch ein Keimbläschen haben.**)

*) Verhandl. der zool.-botan. Gesellschaft in Wien, XV, 87 (1865).

**) Mettschnikow in Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, Leipzig 1867.

1771. Die Weichthiere folgen bei ihrer Entwicklung bedeutend verschiedenen Gesezen. Gewöhnlich erleidet der Dotter totale Furchung, der Embryo bewegt sich mittelst Flimmerhaaren rotirend im Ei und erfährt nach dem Verlassen desselben complicirte Verwandlungen. Die Larve schwimmt in den ersten Stadien gewöhnlich mittelst eines sogen. Wimpersegels am Kopfe, einer mit langen Wimpern besetzten Haut, welche sich später in die Mundklappen umwandelt, frei umher. Die Protozoen und Tunikaten sind die letzten Thiere (wenn man von den untersten Stufen emporsteigt), wo außer der geschlechtlichen Fortpflanzung auch noch Vermehrung durch Knospen oder Keime vorkommt; von nun an gibt es nur noch geschlechtliche Fortpflanzung. Der Embryo der Protozoen setzt sich, nachdem er einige Zeit herumgeschwommen, fest und erzeugt durch Knospung eine Colonie. Bei den See-scheiden erfolgt die Vermehrung mit Metamorphose, bei *Salpa* und *Doliolum* mit Generationswechsel, indem die aus dem befruchteten Ei entstandene Salpe geschlechtslos bleibt, aber als Amme Ketten geschlechtlicher Individuen hervorsprossen läßt, welche wieder Eier erzeugen, aus denen Ammen kommen. Zuerst sind die Salpen nur weibliche Thiere, dann bildet sich in jeder neben dem Ovarium auch ein Hoden aus. Bei den wunderbaren Feuerwalzen, welche Nachts herrlich leuchten, entwickelt sich in jedem Ei eine Gruppe von vier Individuen.

1772. Die meisten Muscheln sind zwar entschieden getrennten Geschlechts, aber bei der Auster und norwegischen Herzmuschel

erzeugt doch dieselbe Drüse abwechselnd Eier oder Sperma, und unter unseren Flußmuscheln findet man hermaphroditische Individuen. Bei den Brachiopoden haben die frei schwimmenden Larven bereits eine zweiflappige Schale, aber statt des Wimpersegels zwei Arme mit wimpernden Fortsätzen zur Bewegung. Während bei unseren Flußmuscheln der aus dem Ei getretene Embryo ganz unmerklich in die Gestalt des Mutterthieres übergeht, müssen viele Seemuscheln eine complicirte Verwandlung durchlaufen. Bei ihren frei schwimmenden Larven bilden sich am frühesten Wimpersegel und Mantel mit Schalenanlagen, Mund und Magenöhle, dann Nervensystem, Gehörblasen, noch später Herz, Nieren und Kiemen.

1773. Bei den Schnecken bildet sich nach totaler Dotterspaltung ein allseitig den Dotter umschließender Keim, der bald mittelst Wimpern im flüssigen Eiweiß fortwährend sich dreht. Entstehen etwa die verkehrt gewundenen Schnecken durch entgegengesetzte Drehung des Embryo im Ei? Bei den Lungenschnecken haben die Jungen nach dem Ausschlüpfen aus den meist sehr großen Eiern schon die Gestalt des Mutterthieres und besitzen eine vorübergehende Primordialniere; bei den Kiemenathmenden Meerschnecken, Flossenfüßern und Kielfüßern müssen sie Verwandlungen durchlaufen, schwimmen mittelst zweier großen Wimpersegel, und alle, auch die später nackten, erhalten eine Schale, die entweder embryonal ist, demnach später abgeworfen und durch eine bleibende ersetzt wird, oder unmerklich in diese übergeht, oder auch ganz schwindet. Die Folge in dem Hervortreten der Organe ist sehr verschieden. Bei manchen Pteropoden ist die Larve wurmförmig und hat mehrere Wimperkränze. Alle hermaphroditischen Schnecken und die Pteropoden haben die sogen. Zwitterdrüse, ein Organ, in welchem sich Samenschläuche und Eifollikeln vereinigen; bei den Lungenschnecken entstehen in den Wandungen derselben Schläuche, in deren Höhlung sich Sperma und Eier bilden; beide schnüren sich aus dem gleichen Epithelialgewebe ab und haben einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang. Die Lungenschnecken besitzen auch eine ähnliche Samentasche wie die Insecten, welche in die Scheide mündet; unter ihrer Mündung liegt der sogen. Pfeilsack, in dem der Liebespfeil entsteht, ein spitzes

Kalkkörperchen, wahrscheinlich zur Reizung bestimmt. Indem bei vielen hermaphroditischen Schnecken die männliche Brunst eines Individuums vor die weibliche fällt, wird gegenseitige Befruchtung nöthig.

1774. Räthselhaft ist die Schnecke *Entoconcha mirabilis*. In der Holothurie *Synapta digitata* bei Triest fand nämlich J. Müller in der Darmwand Schläuche mit Samenkörpern und Eiern, aus welchen letzteren kleine Schnecken entstehen. Der Annahme, daß die Mutterschnecke diese Schläuche in die Holothurie als Parasiten einführe, steht nur der Umstand entgegen, daß dieselben in einem organischen Zusammenhang mit den Darmgefäßen der Holothurie stehen, deren Blut in die Schläuche gelangen kann. — Bei den Cephalopoden tritt Dimorphismus der Geschlechter ein, am meisten beim Papiernautilus, wo die viel kleineren Männchen schalenlos sind und der verbreiterten Arme der Weibchen entbehren. Die Geschlechtsorgane sind sehr verwickelt gebaut, der Samenleiter führt in die geräumige „Neebham'sche Tasche“, in welcher sehr complicirte Spermatophoren mit ganz eigenthümlichem Schnellapparat zur Austreibung des Spermas entstehen. Zugleich bildet sich bei den Männchen ein bestimmter, nach den Arten verschiedener bald rechter, bald linker Arm zum Geschlechtswerkzeug aus, der durch eine Oeffnung am Rücken die Spermatophoren aufnimmt und sie in die weiblichen Geschlechtsorgane bringt. Bei *Argonauta*, *Tremoctopus violaceus* und *Philonexis Carenae* trennt sich dieser mit einem peitschenförmigen, an der Spitze geöffneten Anhang versehene Arm vom männlichen Körper, schwimmt frei tagelang wie ein selbständiges Thier herum, bis er ein Weibchen findet, auf das er das Sperma übertragen kann, und wurde in diesem Zustande als Wurmsippe *Hectocotylus* beschrieben. Die Cephalopoden, bei welchen sich der hectocotylisirte Arm nicht ablöst, sollen sich nach Aristoteles paaren, indem sie sich mit den Armen festheften und die Trichter aufeinander legen, — ohne Zweifel doch wieder durch Vermittlung des *Hectocotylus*. (Die *Hectocotylie* der Kopffüßer erinnert an die Begattung ebenso greulicher Thiere, der Spinnen, wo das Sperma, nachdem es durch Reizung mittelst Hin- und Hergleiten auf den Netzfäden ejaculirt wurde, in die Palpen der Männchen aufgenommen und

durch diese in die weibliche Geschlechtsöffnung gebracht wird.) Die Entwicklung der Kopffüßer hat ebenfalls viel Eigenes, jedoch einige Züge mit der der Nahtschnecken gemein. Die Dotter-spaltung erfolgt nur theilweise und die Dotterhaut faltet sich eigenthümlich; der Embryo wird nicht mit allen Theilen zugleich angelegt, sondern zuerst entstehen Mantel und Hintertheil des Körpers und dann im Kreise herum die übrigen Organe. Später grenzen sich Kopf und Rumpfstheil mehr ab, und die peripherischen Organe rücken aneinander, indem sich der Embryo immer mehr vom Dotter abschnürt, einen Theil desselben in einen Sack aufnehmend, der im centralen Theil sich gebildet hat, wobei der äußere Dottersack am Kopfe hängt und durch allmälige Abgabe seines Inhaltes in den inneren Dottersack, von wo er zum Aufbau der Organe verwendet wird, endlich schwindet.

1775. Die zahlreichen Kügelchen, welche durch totale oder partielle Dotterspaltung bei den Wirbelthieren entstehen, sind Bausteine zur Herstellung des Embryo; sie lösen sich, wie die Eichen überhaupt, nutzlos auf, wenn keine Befruchtung stattfindet, umgeben sich im Gegenfall mit einer Membran, erhalten einen Kern und werden demnach zu Zellen. Diese gruppiren sich zu einem membranartigen Gebilde, dem Blastoderm, Keimscheibe, in welchem sich eine Stelle als Fruchthof abgrenzt; in deren Mitte erscheint durch Verdickung der Zellschichten der Keimstreifen, als erste Spur des werdenden Geschöpfes, dessen Längsaxe andeutend.

1776. Zwei Seitenwülste an ihm lassen ihn als Rinne erscheinen, unter welcher sich die Rückensaite, ein Vorgebilde der Wirbelsäule, anlegt. Diese vorne erweiterte Rinne schließt sich durch Verwachsung ihrer Ränder, und es sammelt sich in ihr der Bildungstoff für Hirn und Rückenmark. Wegen der Lage des animalen Nervensystems beginnt die Entwicklung mit dem Rückentheile des Embryo, die Bauchhöhle entsteht durch Umbiegung der Keimscheibe und nimmt den Dotter, der oft als Sack anhängt, allmähig auf. Die Entwicklung nach dem Verlassen des Eies ist eine gleichmäßige, synecische; nur die Amphibien und unter den Fischen die Lampreten und Leptocardien erfahren eine Metamorphose.

1777. Das Blastoderm läßt als Grundlage der Hauptgruppen der Organe bald drei Schichten erkennen: ein oberes seröses, animales, ein unteres vegetatives oder Schleimblatt und zwischen ihnen ein Gefäßblatt; das untere und mittlere Blatt scheinen sich von dem ursprünglichen animalen Blatt abzutrennen. Bald tritt in diesen Blättern eine Verschiedenheit ihrer Zellen ein; aus jedem Blatt geht eine Gruppe functionell verbundener Organe hervor. Im Menscheneichen liegen nach Bischoff die Blätter umgekehrt, das animale nach innen und das vegetative nebst der ersten Anlage des Darmes nach außen.

1778. Bei den niederen Wirbelthieren, den Fischen und Amphibien, welche durch Kiemen athmen, entbehren die Embryonen, im Gegensatz zu den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, jene besondere, sie bald von den übrigen Eitheilen absondernde, mit Flüssigkeit erfüllte Hülle, welche man Amnion nennt, und jene aus dem unteren Theil hervortretende kiemenartige Blase, Allantois, welche theilweise später zur Harnblase wird. Statt der Allantois erhalten die Embryonen der unteren zwei Classen Kiemen.

1779. Die Fische sind immer getrennten Geschlechts, einige hermaphroditische Seebarsche ausgenommen. Die sogen. sterilen Fische v. Siebold's wären nach Rner nur Bastarde. Der intelligente Fischer Höpflinger zu St. Wolfgang hat solche Bastarde, speciell die Maiforelle (*Salmo Schiffermülleri* Schrank, *Salar lacustris* Heckel, *Fario lacustris* Rapp, Maiforelle, Silberlachs, Schwebforelle, Allante) künstlich erzeugt und zwar durch Befruchtung von Salmblingrogen durch Bachforellenmilch; dann Forellenmilch und Salmblingrogen. — Die Tausende, selbst Hunderttausende von Eiern, welche die Fische in jeder Fortpflanzungsperiode erzeugen, erfahren nur eine partielle Dotterfurchung, den wunderbaren Amphioxus ausgenommen, wo sie total ist; der Dotterrest hängt oft lange als Sack am Embryo. Eine Anzahl von Fischen behält zeitlebens eine Chorda und ein nur knorpeliges Skelet.

1780. Bei den Amphibien ist die Dotterfurchung total, und es kommt nie zu einem Dottersack, weil der Dotter schon früh von den Bauchwänden umwachsen wird. In dieser Classe

stellt sich die Umbildung eines wasserathmenden, fischartigen Thieres in ein Lufthier auf das anschaulichste dar. In der höchsten Ordnung, den froschartigen Lurchen und auch bei den Molchen, wird dieses Ziel vollständig erreicht, während die Fischmolche und Derotremen auf Uebergangsstufen ihr Leben lang stehen bleiben. — Nach Lowe und Jennings werden manchmal Frösche und Kröten in einem so frühen Entwicklungszustande an ganz trockenen Orten gefunden, daß solche wahrscheinlich lebend geboren wurden oder sich ohne Larvenstadium entwickeln konnten. Man hatte 1867 im Pflanzengarten zu Paris mehrere hundert Exemplare vom *Axolotl*; plötzlich krochen einige davon aus dem Wasser, verloren ihre Kiemen, athmeten nur durch Lungen und glichen nun ganz der nordamerikanischen Tritonensippe *Ambystoma*.

1781. Die oberen Classen der Wirbelthiere haben im Ganzen dieselbe Form der Entwicklung, und es kommt bei ihnen mit Verschwindung der Rückensaite immer zur Bildung eines knöchernen Skelets. Bei den Reptilien ist die Dotterfurchung partiell, ihre Embryonen erhalten, wie die der warmblütigen Wirbelthiere, Amnion und Allantois, der Embryo schließt sich auf ähnliche Weise vom Dotter ab, dem er zuletzt nur durch den Nabel verbunden bleibt. Auch kommt es, wie bei den Vögeln und Säugethieren, zu jener Knickung im Nacken des Embryo, welche man Kopfbeuge nennt. Der Besitz der Allantois als respiratorischen Organs gestattet längeres Verweilen im Ei und macht Metamorphosen außer demselben unnöthig, so daß die Entwicklung bei allen höheren Wirbelthieren eine sogen. synecische ist.

1782. Bei den Vögeln, wo die Dotterspaltung partiell ist, steht der Primitivstreifen mit Rinne und Seitenwülsten senkrecht zur Längsaxe des Eies. Die wenig zahlreichen Eier kommen fast nie durch die Lufttemperatur zur Entwicklung, sondern bedürfen der Brutwärme. Sie erhalten im Eierstock eine reichliche Beigabe von Dotter, im oberen Theil des Eileiters das Eiweiß und die Schalenhäute, im unteren eine Kalkschale und sind so zur Ernährung und zum Schutz des Embryo ausgestattet. Am stumpfen Ende weichen die beiden Schalenhäute auseinander und lassen einen freien Raum als Luftdepot zwischen sich. Der reife

Embryo durchbricht mit einem scharfen Zähnchen an der Spitze des Oberschnabels die Schale und kommt nackt und hilflos, wie bei den Nesthockern, deren Junge einige Zeit im Neste gefüttert werden müssen, oder besiedert und bewegungsfähig hervor, wie bei den Nestflüchtern. — Es gibt keinen lebende Junge gebärenden Vogel und kein eierlegendes Säugethier; bei den Reptilien, Amphibien und Fischen kommen lebendiggebärende und eierlegende Formen vor.

1783. Die mikroskopisch kleinen Eichen der Säugethiere (und des Menschen) sind von einer stark lichtbrechenden Haut, *zona pellucida*, umgeben, erfahren bereits im Eileiter totale Dotterfurchung und steigen mittelst der Cilien an ihrer Oberfläche rotirend zum Uterus herab, an dessen innerer Wand sie sich durch die an ihrer Hülle, dem Chorion, sich entwickelnden Zotten befestigen. Hat Befruchtung stattgefunden, was schon in den Eileitern oder erst im Uterus geschehen kann, so kommt es zur Bildung eines Embryo. Bei den vollkommeneren Säugethiern wächst ein Theil der Allantois mit seinen Gefäßen zwischen die Zotten des Chorion, und beide treten mit der Wand der Gebärmutter in Verbindung, wodurch sich bei diesen Säugethiern eigenthümliche Organe, Placenten oder Mutterkuchen, bilden, in welchen die verschlungenen Gefäße der Frucht und der Mutter dicht nebeneinander liegen und durch ihre Wandungen hindurch Blutgemeinschaft eintritt. Die reife Frucht wird unter Zerreißung der Eihüllen durch Contractionen des Uterus ausgetrieben, was auch noch nach dem Tode der Mutter erfolgen kann. *) Die unvollkommenen Säugethiere haben einen sehr engen Uterus, die Allantois bleibt ganz klein, so daß es nicht zur Bildung von Placenten kommt und die Embryonen in einem ganz frühen Stadium ausgetrieben werden und an die Zitzen gelangen, an welchen saugend sie wie Früchte am Baume hängen, ein bloß vegetatives Leben führen und erst nach einiger Zeit die Reife erhalten, wie die Embryonen der höheren Säugethiere bei der Geburt.

*) Maizier, de partu post matris mortem spontaneo, Berol. 1835.

1784. Der Embryo der Säugethiere und des Menschen wird wie ein Organ der Mutter von dieser ernährt und saugt nach der Geburt an ihr wie ein Parasit, bis im selbständigen

Leben äußere Substanz aufgenommen und umgewandelt wird. In der embryonischen Entwicklung werden Systeme und Organe gebildet, die vorher nicht da waren, aber bald ist die Erscheinung von Neuem vorüber, und es bleibt für die spätere Zeit des Frucht- lebens nur Wachsthum und nähere Ausbildung übrig, wie im freien Leben, nur mit höherer Energie. Erst mit dem Athmen nach der Geburt beginnt das wahre Leben. Der Sauerstoff erregt jetzt im Blute elektrische Spannungen und Strömungen, welche durch die Gefäßnerven das Herz in Bewegung setzen, so daß nun der doppelte Kreislauf des Blutes eintritt. Entwicklung in dem mütterlichen Körper und Ernährung und Wachsthum außer demselben fließen unmerklich ineinander; die volle Entwicklung ist erst auf der Höhe des Lebens vollendet, wo Alles realisirt ist, was bei der Zeugung dynamisch gesetzt wurde.

1785. Das unendlich complicirte Getriebe der Entwicklung macht vielerlei Störungen der Bildungsvorgänge möglich, deren Resultate in einer Disharmonie der einzelnen Systeme und Apparate, im Zurückbleiben mancher für das ganze Leben und auch in vielerlei monströsen Formen zu Tage treten. Es können einzelne Glieder widernatürlich gebildet, es kann die Lage der Theile abnorm und verschoben sein, wie man z. B. Menschen gefunden hat, deren innere Organe verkehrt lagen, die linken rechts, die rechten links; es können der Theile zu viel oder zu wenig sein. Das sind die Kategorien, welche Blumenbach als *monstra per fabricam alienam, situm mutatum, per defectum, per excessum* bezeichnet hat. Meckel hat die unendlich zahlreichen Mißbildungen auf solche der Form und Bildung, der Lage, Zahl, Größe und Färbung zurückgeführt.

Die Chronologische Entwicklung des Thierreiches.

1786. Für Erkenntniß der Entstehung, des Aufbaues und der Veränderungen der Thierwelt sind drei Momente in das Auge zu fassen. Zuerst die Gegenwart mit ihrer Stufenfolge von den einfachsten zu den complicirtesten Formen, welche über Mittel und Wege der bildenden Kraft bei ihrem Fortschreiten belehren; zweitens die individuelle Entwicklungsgeschichte, welche zeigt, daß

auch die höchsten Thiere aus einer Zelle hervorgehen und Wandlungen durchlaufen, denen vergleichbar, welche das ganze Reich durchlaufen hat; endlich die fossilen Reste, welche, wenn auch nicht genügende, doch positive Anhaltspunkte für die Schicksale der Thierwelt und der Erde darbieten.

1787. Die Möglichkeit der Erhaltung war selbstverständlich für die verschiedenen Thierarten sehr ungleich groß, denn während viele mit zarten und weichen Körpern spurlos vergingen, kennt man von hartschaligen Thieren sogar mehr fossile als lebende Arten, z. B. 1200 fossile Stachelhäuter auf 500 lebende, 15,000 fossile Mollusken gegen 12,000 lebende. — Manche Schichten einer Formation sind sehr reich an Thierresten, andere sehr arm, was auf einen Wechsel der Lebensbedingungen im Meere, aus dem sie gebildet wurden, schließen läßt, welche mehr oder weniger günstig waren. Z. B. die sparsamen Thierreste der stürmischen Oligocänperiode, worunter mehrere unzweifelhafte Reptilien, deuten auf Zustände, welche dem Thierleben sehr ungünstig waren. Manchmal finden sich zahlreiche Reste von Landthieren in engem Raume beisammen, wenn ehemals die Localverhältnisse ihrem Gedeihen besonders günstig waren, oder wenn sie sich beim Eintreten einer Katastrophe dort zusammenschaarten. Das reichste Lager von Säugethieren ist beim Kloster Pikermi, vier Stunden von Athen, wo auf einem Raume 300 Schritte lang und 60 breit, 40 Arten von Säugethieren in einer ungeheuren Fülle von Exemplaren gefunden wurden: Pferde, Nashörner, Antilopen, Elephanten, Giraffen, große Katzen und Affen, in Hunderten und Tausenden von Exemplaren. Solche Menge von Säugethieren ist jetzt nur noch in manchen Gegenden Afrikas vorhanden. Reste von Fleischfressern sind viel spärlicher als die von Pflanzenfressern (mit Ausnahme einiger Höhlenbewohner); auch jetzt sind die Individuen der Fleischfresser viel weniger zahlreich als die der Pflanzenfresser.

1788. Gehen jetzt auch die höchsten Organismen aus der einfachen Zelle hervor, so wird die Natur wohl für das ganze Reich einen ähnlichen Entwicklungsgang befolgt haben. Demgemäß waren die ersten thierischen Lebensformen zahllose plasmatische Bläschen, welche die Anlage zu künftigen höheren

Bildungen in sich trugen. Weil die Bildung des Landes und Süßwassers einer späteren Zeit angehört, so mußten sie im Meere entstanden sein, im seichten Gewässer, wo Wasser, Erde und Luft sich berühren, Sonnenlicht, Wärme und Electricität kräftig einwirken. Scheinbar anfänglich gleich, aber in Wahrheit doch schon verschieden angelegt, neigten sich die einen bald entschiedener dem Pflanzen-, die anderen dem Thierreiche zu, und aus den Nachkommen der ersteren mochten im Laufe vieler Generationen unter fortwährender Differenzirung und Umwandlung Gestalten hervorgehen, welche den Uebergang zu den ältesten Infusorien, Spongien und Rhizopoden machen. Später gesellten sich ihnen Blumenthiere und Quallen zu, dann waren wohl die einfachsten Kiliensterne, Ringelwürmer, Crustaceen und Mollusken erschienen, zuletzt noch Fische, die von allen der späteren Perioden bedeutend abwichen. Diese ganze Fauna war eine pelagische.

1789. Nach den Meerthieren kamen Küsten- und Inselbewohner; mit dem allmäligen Wachsen der Continente entstand die große Masse der Landthiere; das ist das sogen. terripetale Gesetz Bronn's, welches selbst nur eine Consequenz des allgemeineren Gesetzes der fortschreitenden Anpassung der Thierwelt an die äußeren Umstände ist.

1790. Es konnten eher Wasserthiere zu Landthieren werden als umgekehrt. Nahmen die Gewässer, in welchen sie lebten, allmäligen ab, so mochten manche dieser Thiere Organe entwickeln, wie z. B. Lungen, welche sie befähigten, auf dem Lande zu leben. Manche behielten dann neben den Organen für das Land auch noch die für das Wasser bei, wie die Lepidosaurier oder die Ampullarienschncken. So ist es auch eher wahrscheinlich, daß Meerthiere zu solchen des Süßwassers wurden, als umgekehrt. Die Delfine in Strömen Südamerikas waren vermuthlich ehemals Meerbewohner, manche Cyclostomen, Schollen, Rochen steigen aus dem Meere weit in die Flüsse hinauf. Manche Meerschncken und Meerkrebse mochten zu Süßwasser- und Landbewohnern geworden sein.

1791. Den Organismen, welche in den grünlich schwarzen Schieferen sich erhalten haben und die sogen. Primordialfauna von Barrande bilden, nebst dem etwas problematischen Cozoon bis jetzt

die ältesten uns bekannten, bestehend aus Trilobiten, Mollusken und Seesternen, also sämmtlich Thieren niedrigerer Typen, sind ohne Zweifel viele andere vorausgegangen, die zum Theil noch unentdeckt sind, deren Spuren aber größtentheils ganz verloren sind. Die Primordialfauna gehört der cambrischen Formation an, die man aus Böhmen, Thüringen, Scandinavien und Rußland kennt. Auf sie folgen in den nächst ältesten Gesteinen zwei andere Faunen, die von der Primordialfauna sehr verschieden sind.

1792. Nachdem die ersten Inseln, sämmtlich vulcanischen und plutonischen Charakters, über den Spiegel des Oceans sich erhoben hatten, konnten Seesterne, Seeigel und Holothurien entstehen, auch solche Ringelwürmer, die in den Sargassofeldern nicht zu leben vermögen, und Krabben, welche einen Theil ihrer Zeit auf dem Lande zubringen. Als beim Zusammenfließen vieler Inseln mittelst Erhebung des Grundes der sie bis dahin trennenden Meeresarme Continente sich gebildet hatten, konnte das Thierreich seinen höheren Stufen entgegen gehen und die Mannigfaltigkeit der Formen erlangen, wie sie, von der jurassischen Zeit beginnend, sich in der Kreidezeit fortsetzend, in ganzer Fülle in der Tertiärzeit zum Vorschein gekommen ist. Waren von Insecten des Landes zuerst nur niedrigere Ordnungen vorhanden, so traten mit den Blütenpflanzen jetzt auch alle höheren auf und mit ihnen jene zahlreichen Vögel und Schlangen, welche auf Insectennahrung angewiesen sind. Den Weichfloßern des Süßwassers gesellten sich nun auch Stachelklosser zu; von Reptilien die Krocodile, welche mit jenen auch schon auf den größeren Inseln erschienen waren. Die ersten Säugethiere waren wahrscheinlich auch schon auf diesen erschienen, wohl nur der Ordnung der Beuteltiere angehörend, denen sich später einige Flebermäuse und Nagethiere zugesellten.

1793. Als mit dem Fortschreiten der Verwitterung und der Verwesung der Thierleichen eine spärliche Landflora aus kryptogamischen und wenigen phanerogamischen Formen entstehen konnte, wurden auch frei lebende Insecten, Spinnen und Scorpione, pflanzenfressende Würmer und Schnecken möglich, die einem Theil der Vögel und den sich vermehrenden Eidechsen und Blindschleichen zur Nahrung dienten. Mit der Vergrößerung der Inseln und

der bedeutenderen Erhebung einzelner Theile derselben kam es zur Bildung von Quellen und Tümpeln, in welchen Süßwasserinsecten und Mollusken, Crustaceen und Würmer entstehen konnten, die wieder das Auftreten der ersten Süßwasserfische, später auch der ersten Süßwasservögel herbeiführten.

1794. Zur Vergrößerung der Inseln wirkten nicht nur die Erhebungen, sondern auch die Korallenthiere, denen selbst viele Inseln allein ihre Entstehung verdanken. Der Austausch von Thier- und Pflanzenarten zwischen den Inselgruppen hatte bereits begonnen und wurde durch verschiedene, noch jetzt bestehende Vermittlungen bewirkt. Die fortschreitende Erhebung machte allmählig ein größeres Quantum der Süßwasserniederschläge möglich und vermehrte die Quellen, Bäche und Seen. Den früheren Pflanzen hatten sich Farrn verschiedener Familien, größere Gräser, allmählig auch Holzgewächse beigesellt, unter welchen Bäume, hierin den Manglebäumen vergleichbar, den Schutz der Küsten übernahmen und in ihrem Ast- und Wurzelgeflechte zahllosen Thieren sichere Stätten darboten. Während in den Süßwässern Amphibien und aalartige Fische erschienen, traten auf dem Lande mit der reicheren Vegetation strauchartige, später trappen- und hühnerartige Vögel auf; ihnen gesellten sich Sumpf- und Landschildkröten und allmählig zahlreichere und größere Saurier zu. Die Entwicklung dieser letzteren war aber unterdeß auch im Meere fortgeschritten, wo größere Formen zu entstehen und sich zu nähren vermochten, als dieses bis dahin auf dem Lande der Fall war. Die Zahl der Küstenthiere aller Classen war fortwährend im Wachsen. Unter den Krabben waren sicher solche, welche sich von den Eiern und der Brut der Vögel nährten, wie es deren noch jetzt an den Vogelbergen gibt.

1795. Die Bergabhänge bedeckten sich allmählig mit dichter Vegetation, zahllosen Farrn und Gräsern, Gesträuch und endlich Bäumen, den Cycadeen und Nadelhölzern angehörend. Die Sümpfe wurden ausgedehnter, da noch nicht so viele Rinnsale gebildet waren, um alles atmosphärische Wasser dem Meere zuzuführen; zwischen den immer zahlreicher werdenden Sumpfpflanzen, unter welchen die Sigillarien eine Hauptrolle spielten, entstand eine reichere Thierwelt.

1796. In den Zeiten vor der Steinkohlenperiode war die Luft so reich an Kohlen säure, daß nur Wasserthiere und von luftathmenden höchstens Amphibien bestehen konnten. Erst nach derselben, als die Kohlenflora nach Absorption einer ungeheuren Menge Kohlenstoffs in der Erde niedergelegt war, wurden höhere Thierformen und eine diesen günstigere Pflanzenwelt möglich.

1797. Die Temperatur der Erde hat von den frühesten Zeiten bis zur Diluvialzeit allmählig abgenommen. In früheren Perioden gab es tropische und subtropische Organismen selbst in in der Nähe der Pole; noch in der Tertiärzeit waren dort Wälder von Laub- und Nadelholzbäumen der jetzigen nördlichen gemäßigten Zone, und in der Schweiz lebten um die Miocänzeit ansehnliche Krokodile, zahlreiche Schildkröten, große Frösche und Kröten, der Riesenmolch *Andrias Scheuchzeri*.

1798. Durch die fortwährenden Erhebungen wurde die Zahl der Inseln immer größer, sie immer umfangreicher, und es bildeten sich Continente. Sedimentäre Ablagerungen aus dem Meere und den Flüssen, zum Theil auch Korallenbildungen, füllten manche Meeresarme aus. Nordamerika, welches Agassiz für das älteste Festland hält, weist sehr primitive Geschöpfe auf. Dort leben die Knochenhechte; im Lake superior finden sich Fische mit Stacheln am Kiemenbedeckel, durchaus harten Schuppen und mit Fettflossen, welche den jetzt lebenden hartschuppigen Fischen fehlen.

1799. Sehr früh schon scheint es zur Darstellung der jetzigen Thierkreise gekommen zu sein, wenn diese auch nur durch Wasserbewohner und niedrigere Formen repräsentirt waren. Fortschritt fand daher dadurch statt, daß das Uebergewicht, welches zuerst niedrigere Classen oder Familien eines Typus hatten, später auf höhere überging; äquivalente Geschlechter und Arten früherer Zeiten hatten, mit späteren verglichen, einen mehr embryonischen Charakter. In der Jura- und Kreideperiode überwogen z. B. von Kopftieren die Saurier, in der Tertiärperiode die Säugethiere, in der gegenwärtigen der Mensch. Die riesenhaften Landsaurier erreichten in jenem Erdalter ihre höchste Entwicklung, dessen Vegetation am meisten den Bedürfnissen ihres Organismus entsprach. Zwischen den verschiedenen Thierkreisen sind bis jetzt keine wahren Uebergänge, keine Mittelwesen

gefunden worden, obschon oberflächliche Aehnlichkeiten und analoge Erscheinungen nicht fehlen.

1800. Doch standen sich wenigstens die Classen desselben Typus und die Ordnungen derselben Classe zc. näher, was durch die Existenz von Formen ausgedrückt wurde, welche die Merkmale verschiedener Classen, Ordnungen in sich vereinigten, so daß eine Divergenz in indifferentere und weniger zahlreicher Formen zu differenteren und zahlreicheren stattgefunden hat. In der paläolithischen Zeit standen sich die Classen der Wirbellosen näher als jetzt (Barrande), auch Fische und Reptilien standen sich näher. In den Labyrinthodonten sind Charaktere von Sauriern, Schildkröten, Fröschen und Fischen gemengt; sie hatten, wie die Frösche, einen doppelten Gelenkkopf am Hinterschädel, Schuppen wie die Eidechsen, einen festen Brustpanzer. In der Tertiärzeit gab es viele Zwischenglieder zwischen Wiederkäuern und Dickhäutern, darunter solche, welche Charaktere der Kameele und Schweine vereinigten. (Owen.) *Stegodon* und andere Sippen verbinden nach Falconer *Elephas* und *Mastodon*. Die fossilen Sippen *Hyaenodon*, *Arctocyon*, *Amphicyon*, *Hyaenarctos*, die Familie *Arctocyonina* Siebel's bildend, halten die Mitte zwischen Bären und Hunden.

1801. Obwohl die Erhebung des ganzen Thierreiches von niederen zu höheren Bildungen im Ganzen eine Wahrheit ist, war die Entwicklung doch nicht so, daß alle höheren Typen erst in den späteren Perioden erschienen wären, — finden sich ja bereits in den Devon'schen Schichten Fische, — sondern wenn früher niedrigere Classen oder Familien desselben Typus überwogen, so fand dieses in der Regel später bei höheren statt, und äquivalente Sippen und Arten früherer Perioden zeigen im Vergleich mit den späteren einen mehr embryonischen Charakter, was sich z. B. bei den Dickhäutern und Wiederkäuern der Tertiärzeit, gegen die jetzigen gehalten, kund gibt. Von den Stachelhäutern erschienen zuerst Echinodermen, dann freie Seesterne, zuletzt erst die höher stehenden Seeigel. Von den Cephalopoden traten zuerst die Vierkiemer auf (auch die Ammoniten gehörten zu ihnen), dann erst die höher stehenden Zweikiemer.

1802. Manche höhere Formen setzen absolut die Existenz

der niederen voraus; erst nach dem Erscheinen der jetzigen Pflanzen, Insecten, Würmer, Fische u. waren auch die jetzigen Vögel und Säugethiere möglich. Die pflanzenfressenden Säugethiere bedürfen fast sämmtlich Blüthenpflanzen und Laubholzwälder, welche erst am Ende der Kreide- und besonders in der Tertiärzeit erschienen, wo dann mit den Pflanzenfressern auch die Raubsäugethiere leben konnten.

1803. In Folge besonderer Umstände sind aber auch niedrigere Formen desselben Typus erst nach höheren entstanden, die Land- und Süßwasserschnecken nach den Cephalopoden, welche bis in die ältesten Zeiten hinaufreichen, die Schlangen nach den Sauriern erst in der Tertiärzeit, weil sie zum Theil von Vögeln, Säugethiern und Insecten leben, die zuerst vorhanden sein mußten. So setzen auch alle parasitischen Geschöpfe das Dasein vollkommenerer Thiere voraus. Obschon der Entwicklungsproceß nach seinem Endziel, dem Menschen, gerichtet war, blieben doch neben den höheren Formen immer auch niedrigere erhalten, weil neben der Erreichung der höheren Formen auch die Darstellung einer reichen Mannigfaltigkeit Zweck der ganzen Bewegung war.

1804. Zwischen den Pflanzen und den Insecten scheint ein genetischer Zusammenhang zu bestehen, daher die innigen Beziehungen zwischen beiden in der Gegenwart. Es konnten in den Pflanzenkörpern zuerst sehr einfache thierische Wesen, den Infusorien und niedrigsten Nematoden vergleichbar, entstehen, die vergleichbar den Metamorphosen, die sie jetzt noch durchlaufen, sich nach und nach zu höheren Bildungen entwickelten. Darum sind unzählige Insecten noch jetzt an das Leben der Pflanzen so innig gebunden. Was übrigens die Insecten für die Landvegetation, sind die unzähligen Crustaceen für die Meeresvegetation.

1805. Die allmälige Umwandlung der Thierformen durch natürliche Züchtung und die langsamen stetigen Veränderungen der Erde durch die noch jetzt wirkenden Kräfte, wie sie Lyell annimmt, erklären die Thatfachen nicht vollständig. Ohne Zweifel war die Temperatur der Erde in früherer Zeit eine viel höhere und machte besondere Vorgänge in verhältnißmäßig kurzer Zeit möglich; es sind aber auch Perioden der Erkaltung eingetreten. Man muß annehmen, daß von Zeit zu Zeit gewaltigere, raschere

Veränderungen stattfanden, Krisen in der Entwicklung des Planeten und seiner Organisation, nach welchen letztere in theilweise neuer Gestalt erschien. So gingen am Ende der paläozoischen Zeit die Trilobiten, am Ende der mesozoischen die Ammoniten und großen Saurier zu Grunde.

1806. Die Lücken im System der untergegangenen Thiere, das plötzliche unvermittelte Erscheinen gewisser Gattungen und Familien (Trilobiten, Ammoniten, Labyrinthobonten, Flugsaurier, der meisten Vögel und Säugethiere) lassen sich nicht immer durch die Unvollständigkeit der paläontologischen Reste und auch nicht daraus begreifen, daß etwa solche Formen eingewandert und bei Ueberfluthungen mit den in der Gegend heimischen begraben worden wären, sondern müssen auf die Wandlungen eines schöpferischen Principes zurückgeführt werden, welches Neues, noch nicht Dagewesenes in das Dasein rief. Zeigt uns ja auch die Pflanze in ihrem Etagenbau ein solches Fortgehen von einem Cyclus zum anderen und zwischen den Cyclen keine wahren Verbindungslieder. So kommt nach der stürmischen permischen Zeit in den Triasschichten plötzlich eine neue Organisation zum Vorschein, gleich abweichend von der der Steinkohlenzeit wie von jener der Juraperiode, so daß die Kohlen-, die Trias- und die Juraperiode nichts miteinander gemein haben. Mit der Steinkohlenperiode schließt die paläozoische Zeit ab, Trias, Jura und Kreide füllen die mesozoische aus, die Tertiärperiode eröffnet die neue Zeit. Am Anfang dieser erhoben sich die Pyrenäen, gegen ihr Ende Kaukasus und Himalayah, und Europa erhielt seine gegenwärtige Gestalt. Darauf folgte die Diluvialzeit mit ihren gewaltigen Fluthungen und eine oder vielleicht mehrere Zeiten starrender Kälte, Eiszeiten, worauf jene verhältnißmäßige Ruhe eintrat, welche seit vielen Jahrtausenden währt. In jener Fluthperiode wurden nach Mibbendorf die Leichen des Mammuths und sibirischen Nashorns (beide durch ziemlich dicke Behaarung charakterisirt) aus gemäßigten Ländern Asiens durch die austretenden Ströme in die baumlosen Länder der Nordküste hinabgeführt und froren dort ein.

1807. Jedes Erdalter hatte eine mehr oder minder lange, nach unseren Begriffen ungemein lange Dauer, während welcher

sich die Organismen nur unmerklich veränderten. Das waren die Zeiten, in welchen gewisse, oft weit auseinander liegende Theile der Erdrinde, die zusammen ein „geologisches Terrain“ bilden, in langsamer Hebung begriffen waren; die neuen Arten scheinen etwa um die Mitte einer jeden solchen Hebungszeit entstanden zu sein. Bei der Ueberfluthung in Folge wieder eintretender Senkungen wurden sie in den stattfindenden Niederschlägen mit den früher vorhandenen begraben, so weit diese noch nicht ausgestorben waren. Wechselnde Hebungen und Senkungen der geologischen Terrains fanden immer statt und kommen auch jetzt noch vor, obschon langsamer und weniger stürmisch. Die Ueberfluthungen konnten immer nur einzelne Gegenden treffen, denn während die einen im Sinken begriffen waren, erhoben sich die zu einem anderen geologischen Terrain gehörenden. Daraus erklärt sich die übereinstimmende Folge der Schichten und der von ihnen eingeschlossenen Petrefacten in den verschiedensten Gegenden der Erde.

1808. Je länger ein Erdalter dauerte, desto geneigter mochten die Organismen, beziehungsweise die Thierarten werden, ihre Beschaffenheit zu ändern, wodurch sie befähigt wurden, Reime zu erzeugen, die sich zu abweichenden und vollkommeneren Formen entwickelten, neue Arten, Sippen und Familien darstellten. Eine solche Potenzirung war nur möglich durch den höheren Aufschwung, welchen das in der Erde wirksame schöpferische Princip selbst von Zeit zu Zeit genommen hat und zwar im Einklang mit den Wandlungen, welche die Erde und die unorganische Natur erfuhren; beides entspringt der nämlichen Wurzel. Die alten Arten verhielten sich hiebei gleichsam als der weibliche, das schöpferische Princip als der männliche Factor. Damit war von selbst auch die Anpassung an die neuen Verhältnisse gegeben, zwischen welchen und den neuen Formen eine genetische Zusammenstimmung besteht. Durch einen solchen Fortschritt des schöpferischen Principis ist in der Tertiärzeit auch der Mensch entstanden, dessen Reime ihre Entwicklungsstätte in niedrigeren Wesen hatten. Er existirte bereits in seiner gegenwärtigen Gestalt zur Zeit des Mammuths, mehrerer untergegangener Nashörner, des Höhlenbären und Höhlenlöwen.

1809. In der gegenwärtigen Periode haben sich noch eine

Anzahl Arten und viele Sippen aus der Tertiärzeit erhalten, besonders Meerthiere, vorzüglich solche, die in größeren Tiefen leben. Die gegenwärtigen Landthiere hingegen weichen von jenen der Tertiärzeit specifisch, oft auch generisch mehr ab als die Seethiere.

1810. Die Zahl der Thierspecies im Allgemeinen hat von den alten zu den neuen Perioden sich vermehrt, dabei aber haben wieder einzelne Familien abgenommen, andere außerordentlich zugenommen. Vom Eöän an haben Hufthiere (Wiederkäuer und Dickhäuter) ab-, die meisten anderen Ordnungen zugenommen.

1811. Die Frage über die sogen. Schöpfungscentra wird schwer endgiltig zu beantworten sein, und es sind hier sehr verschiedene Ansichten möglich. Rüttimeyer meint, man bedürfe nur zwei Schöpfungsmittelpuncte für die Landthiere, von welchen aus die Erde bevölkert wurde: einen für die nördliche und einen für die südliche Continentalmasse. Er glaubt nämlich, die jetzt unter Eis begrabenen Graham's-, Enderby's-, Victoria-Land seien früher belebt und von Thieren bevölkert gewesen. Diese südliche Thierwelt hat Neuholland und die Papualänder erfüllt und ist auch noch in Südamerika (bis Mexico), Südafrika, Süd-asien mit vielen einzelnen Formen eingebrungen. Unter der nördlichen Thierwelt unterscheidet er solche mit diluvialem Gepräge (ganz Europa, Nordasien, Nordamerika), mit plioänem (ein Theil Südamerikas), miolänem (Indien, Arabien, Nordostafrika), eolänem (Guinea, Senegal). — Es ist aber nicht einzusehen, warum Thiere nur an zwei oder wenigen Puncten der Erde hätten entstehen sollen, da die Bedingungen hiefür zu Lande und im Meere gewiß an vielen gegeben waren. Es scheint wohl natürlicher, daß überall die Formen entstanden sind, welche nach den vorhandenen Keimen und äußeren Umständen möglich waren. Dann wird man z. B. nicht mehr nöthig haben, den Beuteltieren Neuhollands und Amerikas gleichen Ursprung zuzuschreiben.

1812. Die zarten Thiere aus den Kreisen der Protozoen und Cölenteraten konnten sich unmöglich erhalten; von Infusorien findet man nur Peridintiden in den Feuersteinen der Kreide. Anders ist es mit den beschaltten Rhizopoden; einige finden sich schon in den ältesten Schichten, am zahlreichsten aber in der Kreide,

wo sie gewaltige Felsmassen bilden, und in den Tertiärschichten; Radiolarien, besonders im Kreidemergel und Polirschiefer häufig, stellen im indischen Ocean viele Klippen und Felsen dar. Spongien, bereits in den ältesten Schichten vorkommend, erreichen ihre höchste Entwicklung in der Kreide. Korallenthiere gab es auch schon in den ältesten Zeiten, ebenso von Polypenquallen einige Madreporarien und im Eokän einige Milleporen. In der Miokänzeit bildeten die Madreporen in der Schweiz Korallenriffe wie jetzt in Westindien. Häckel hat als *Medusites deperditus* und *antiquus* die Abdrücke von zwei fossilen, ziemlich großen Medusen beschrieben und früher schon hat Agassiz eine fossile Meduse aus dem Heidelberger Museum erwähnt.

1813. Siliensterne und Seesterne finden sich von den Silurschichten an durch alle Formationen; doch sind die meisten Siliensterne den Uebergangs- und Steinkohlenschichten eigen und bis auf äußerst wenige jetzt ganz verschwunden. Auch Seeigel finden sich schon in den ältesten Gesteinen, besonders zahlreich aber erst von der Kreide an; für die Miokänzeit in der Schweiz sind viele Scutelliden und Elypeastriden charakteristisch. Polothurien kommen von den Secundärschichten an vor; fossile unzweifelhafte Würmer und zwar Serpulen erst vom Serpulitenkalk des Jura an.

1814. Die ältesten Crustaceen, die Trilobiten, treten schon in den untersten Schichten des Uebergangsgebirges und gleich in unermesslicher Menge auf, sind im Bergkalk schon sehr sparsam, zur Steinkohlenzeit fast ganz verschwunden. Sie hatten wahrscheinlich ganz dünnhäutige Bewegungsorgane, konnten sich nur schwimmend bewegen und scheinen am nächsten den jetzigen Phyllopoden: Branchipus, Apus, Limnadia zc. verwandt. In den Kohlenschichten begegnet man dem Schizopoden *Gamponychus*, im Jura vielen langschwänzigen Krebsen, darunter den von allen jetzt lebenden verschiedenen Erponen, in den Tertiärschichten Krabben, den lebenden sehr ähnlich. Cirripeden gab es schon vom weißen Jura an. Von Ostracoden findet man zahlreiche fossile in vielen Formationen, ebenso von Phyllopoden, vom Uebergangsgebirge an auch Pseidopoden, diese jedoch besonders häufig im lithographischen Schiefer von Solenhofen. Arachniden (und zwar Scorpionen) existirten in geringer Zahl von den Steinkohlen

an, die meisten finden sich im Bernstein, ohne Zweifel, weil sie sich in diesem am leichtesten erhalten konnten. Fossile Myriapoden kennt man nur aus dem Jura und in etwas größerer Zahl aus dem Bernstein.

1815. Bis gegen Ende der Juraperiode überwiegen die Insecten mit unvollkommener Verwandlung, von wo an die mit vollständiger zahlreicher werden und in der Tertiärzeit das Uebergewicht erhalten. Bereits in der Steinkohlenperiode lebten Gerabflügler (die ältesten bekannten Insecten), Käfer und Netzflügler; in den Jurabilbungen sind alle Ordnungen vertreten, mit Ausnahme der erst in den Tertiärschichten gefundenen Schmetterlinge. Sowohl die Zahl der Arten als der Individuen hat von den früheren gegen die späteren Perioden zugenommen; auch in den früheren kommen aber bereits Insecten mit vollkommener Verwandlung vor. Die meisten Bernsteininsecten stehen den lebenden schon sehr nahe. Die Zahl aller bis jetzt bekannten fossilen Insecten beträgt kaum 1500 Arten. Die tertiäre Insectenfauna im Miocän der Schweiz deutet durch die großen Heuschrecken (Dehipoden) und Singicaben, dann Cercopiden, die vielen Ameisen, welche wie jetzt im Sommer schwärmten (und durch viele Melanien-Schnecken), auf ein wärmeres Klima; sie glich etwa der jetzigen im wärmeren Nordamerika. Man findet manchmal Ameisen und Baumwanzen in Paarung. (Heer.) Die Bernsteinfauna hat, mit der von Denningen verglichen, schon einen mehr nördlichen Charakter; — in dieser Zeit ist der Unterschied des Klimas nach der geographischen Breite bereits fühlbar. Im Bernstein der Ostsee findet sich (nach Zaddach) das merkwürdige Insect *Amphientomum paradoxum*, das nach Fühlern, Füßen und Mundtheilen den Netzflüglern angehört, aber auf den Vorderflügeln Schuppen wie die Schmetterlinge hat.

1816. Unter den Weichthieren gehen die Brachiopoden bis in die silurische Zeit hinauf, wo sie die Hauptmasse des ganzen Weichthierkreises bildeten, verminderten sich in den späteren Erdaltern, und jetzt existirt von ihnen nur noch eine geringe Zahl. *Rhynchonella*, *Crania*, *Discina* und *Egula* haben von der Silurperiode bis jetzt, vielleicht Millionen Jahre hindurch, Form und Charaktere beibehalten; andere Brachiopoden haben sich,

wenigstens nach Davidson's Meinung, in ungleich kürzerer Zeit so ungemein verändert, daß man dieselben Species sogar in verschiedene Sippen gebracht hat, und daß er veranlaßt war, 260 Arten aus dem britischen Kohlengebirge auf 100 zu reduciren. Bräzoen sind bereits in der Juraperiode da und scheinen gegen die neueren Perioden zuzunehmen. Muscheln und Schnecken waren schon in der Silurperiode, freilich in sehr fremdartigen Gestalten, vorhanden, haben sich durch alle Perioden mit steigender Artenzahl erhalten, und viele von ihnen sind ganz besonders wichtig für die Erkenntniß der Schichten und ihrer chronologischen Folge geworden (Leitmuscheln). Von den Schnecken waren namentlich auch die Pteropoden schon früh da. Die Kopffüßer, in der ältesten Silurzeit erscheinend, bald sich in zahlreiche Formen ausbreitend, die zum Theil in einer unermesslichen Fülle von Individuen auftraten, haben von da fortwährend abgenommen. Von den sämtlichen Vierkiemern: den Nautiliden, Orthoceratiten, Goniatiten, Ammoniten, Turrititen, existiren jetzt nur noch ein paar Arten von Nautilus; kein Ammonit erlebte die Tertiärzeit. Die meisten jetzt noch lebenden Cephalopoden sind Zweikiemer, wie übrigens auch die ausgestorbenen Belemniten waren.

1817. Die ersten uns bekannten Wirbelthiere waren die sonderbaren Cephalaspiden, Fische der devonischen Zeit. Von da an bis zur Kreide kommen nur Knorpelfische und Ganoiden vor, meist mit permanenter Chorda, knorpeligem Schädel, heterocerker Schwanzflosse; im Jura solche mit knöchernem Skelet, homocerker Schwanzflosse, runden Schuppen. Die ersten Knochenfische waren schon etwas vor der Kreidezeit erschienen, nahmen immer zu und überwiegen in der Gegenwart. Die Meere der Tertiärzeit waren von gewaltigen Haien erfüllt, der furchtbare Squalodon antwerpensis van Beneden lebte in der Nordsee mit zahlreichen Balaena, Delphinus, Ziphius, und der damals sich sogar über Holland ausbreitende Golf von Antwerpen ist ein weites Weinhaus für diese fremdartige Thierwelt.

1818. Von Amphibien kommen Knochen des Salamanders Palaeosiren Beinerti im unteren rothen Todtliegenden vor. Telerpeton in der devonischen Zeit, Archegosaurus und Dendrerpeton in der Steinkohlenzeit waren vermuthlich Fischmolche mit

bleibenden Kiemen wie unsere Siren und Hypochthon. Die Labyrinthodonten hingegen, welche in der Steinkohlenformation erscheinen und schon in der Trias verschwinden, waren froschartige riesige Amphibien mit vergänglichen Kiemen und sonderbar gewundenen Zähnen. — Erst in der Tertiärzeit findet man wieder Reste von Amphibien.

1819. Die Reptilien sind mit *Protorosaurus Speneri*, den Lacertinen verwandt, bereits im thüringer Kupferschiefer vertreten, erlangen aber erst mit der Trias größere Entwicklung, welche im Jura und in der Kreide sich namentlich in den Sauriern und Hydrosauriern so steigert, daß diese Thiere in der mesozoischen Zeit die herrschenden auf der Erde waren. Zuerst erschienen meist Wassersaurier, später gewaltige, meist pflanzenfressende Landsaurier der Familien *Mosasaurii*, *Thecodontes*, *Dinosaurii*, erst im oberen Jura Schuppenechsen, die in der Tertiärzeit zahlreicher werden, wo auch Schlangen und Landschildkröten kommen, während Wasserschildkröten schon vom Jura an da sind. Von den Wassersauriern gehören *Teleosaurii* und *Steneosaurii* ausschließlich dem Jura und der Kreide an, die *Krokodile* haben sich von der Kreide bis jetzt erhalten. In der Tertiärzeit gab es keine Meerdrachen mit Rudersflossen und biconcaven Wirbeln mehr, wie der *Nothosaurus*, *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus* waren. Der große *Plateosaurus* war schon in der Trias da; noch zahlreicher und größer, bis wahrhaft zu kolossalen Dimensionen, 40, 50, ja 70 Fuß Länge, wurden die Saurier der Jura- und Kreidezeit, wo die Wälder von diesen Ungeheuern wimmelten, welche den Sippen *Zanclodon*, *Gresslyosaurus*, *Dinodossaurus* u. angehörten. Die mesozoischen Saurier zeigen im Schädel- und Wirbelbau, dann in den Zähnen bereits manche Ähnlichkeit mit den Säugethieren.

1820. Owen bildet folgende sechs Ordnungen: Die *Anomodontia* waren Reptilien mit manchen Charakteren der Amphibien; sie hatten zahnlose Kiefer, vielleicht mit schneibenden Hornscheiben, oder große wurzellose Stoßzähne im Oberkiefer, oder an Kiefern und Gaumen angewachsene Zähne und hauerähnliche Vorberzähne. *Diacyonodon*, *Rhynchosaurus*, *Galesaurus*, *Rhopalodon* u. gehören dem Buntsandstein und der Trias an und waren Fleischfresser.

Die Pterosauria, Flugosaurier, hatten einen gewaltigen Kopf, lange Zähne, procöllische Wirbel, vom Hals zum Schwanz ungleichmäßig an Größe abnehmend und einen ungemein langen Vorderarm und kleinen Finger zur Befestigung einer Flughaut. Ihre Knochen waren marklos, mit Luft erfüllt, wie bei den Vögeln *Pterodactylus*, *Rhamphorhynchus* u. Die Flugosaurier treten plötzlich im Eias auf und sind bis zur Kreide da; ihr Brustbein und Becken glich jenen des Schnabelthieres und der Echidna, sie hatten einen Knochenring im Auge. Es gab unter ihnen solche von 15—20 Fuß Flügelweite, und sie fischten wahrscheinlich ihre Nahrung aus dem Meere wie die Fregattvögel und Albatrosse. Die Dinosauria waren gewaltige eidechsenartige Geschöpfe, die oberen Bogen ihrer Rückenwirbel plattenförmig erweitert, hatten ein fünfstrahliges Kreuzbein, ihre vorderen Rippen am oberen Ende gablig; sie besaßen in den Kiefern eingekleistete Zähne mit breiten Kronen und kräftige hohe Laufbeine, bewohnten von der Trias bis zur Kreide die Wälder und lebten von Pflanzenstoffen. *Iguanodon*, *Megalosaurus*, *Phytosaurus* u. Die *Sauropterygia* oder Meerbrachen hatten Fontanelle am Schädel, meist einen sehr langen Hals, platte oder leicht concave Wirbel, eingekleistete Zähne in den Kieferknochen, Schwimmfüße und bewohnten die Meere der Secundärzeit, von Fischen und Weichthieren lebend. Sie besaßen vermuthlich eine Spiralfalte im Darm wie die Haie u. Hierher *Nothosaurus*, *Placodus* (früher für einen Fisch gehalten), *Plesiosaurus* und viele andere. Die *Ichthyopterygia* hatten einen fischähnlichen Körper, ohne abgesetzten Hals, in einer Alveolarfurche eingekleistete Zähne, bis 140 kurze biconcave Wirbel, große Augen mit einem Kreis von Knochenplatten in der Sclerotica, die Vorderrippen mit gabligem oberem Ende, kein Kreuzbein und Schwimmfüße mit zahlreichen Fingern und eine nackte Haut. Diese großen, fast nur der Jurazeit angehörnden Meeresthiere lebten von Fischen und hatten eine Spiralklappe im Darm. Hierher nur *Ichthyosaurus*. Die *Crocodilina* haben ein einfaches Nasenloch, das Trommelfell unter einer Hautklappe, die Kiefer mit konischen eingekleisteten Zähnen bewaffnet, Wirbel, die nur vorn oder hinten oder an beiden Enden hohl sind, die vorderen Rippen oben gablig endigend, ein Kreuzbein von zwei

Wirbeln gebildet, einen langen seitlich zusammengedrückten Schwanz, kurze fünfzehige Füße mit Schwimmhäuten und eine mit Knochen- schilbern besetzte Haut; Penis einfach. Sie erschienen im Jura und haben sich bis jetzt erhalten, als arge Raubthiere des süßen und Meerwassers.

1821. Die ersten Vögel waren wohl pinguinartig; erst später mochten solche mit langen Schwingen entstanden sein; welche, wie die jetzigen Fregattvögel, ungeheure Meeresstrecken überflogen konnten und ihre Nahrung aus dem Meere nahmen. Gehören die Fußspuren im bunten Sandstein von Connecticut wirklich Vögeln an — deren Nester überhaupt sehr sparsam vorkommen, — so müßten diese große Laufvögel gewesen sein, die nicht fliegen konnten und am Strande lebten. Nach Owen existirte ein Vogel schon zur Zeit des oberen Grünlandes; die zuverlässigeren ältesten Knochenreste von Schwimm- und Sumpfvögeln findet man aber erst in der Kreide, die große Mehrzahl der höheren Vogelordnungen scheint erst in der Tertiärzeit erschienen zu sein, weil sie nur bei einer höher entwickelten Pflanzen- und Insectenwelt bestehen können; von den Raubvögeln sind wohl die Geier früher als die Falken und Eulen erschienen. Im Diluvium findet man viele jetzige Arten und die Knochen der erst in neuer Zeit ausgestorbenen Moas und anderer großen Vögel.

1822. Höchst sonderbar, einer eigenen Bildungsreihe angehörend, ist Owen's *Archaeopteryx macroura* oder lithographica aus dem Jura, von ihm für einen Vogel gehalten, von A. Wagner für ein Reptil und *Gryphosaurus* genannt; sie hatte fächerförmige Flügel, Federn, 2—3 Finger an der Hand, wie sie kein lebender Vogel hat, den einfachen Mittelfußknochen der Vögel, verlängerte Darmbeine wie sie, aber einen freien Schwanz von Körperlänge. Ihr gleicht der Saurier *Campsognathus*, der vielleicht auch geflügelt war, sehr, hatte aber Zähne und keine Federn.

1823. Die ersten sehr sparsamen Säugethiere waren Marsupialien, deren Reste im Keuper Sandstein und Jura niedergelegt sind; zwischen Keuper und Lias liegt *Microlestes* (Deutschland und England), in der Trias von Nordamerika *Dromatherium*; auch kommen im Diluvium Beuteltiere vor, eines

sogar im tertiären Gyps des Montmartre; in Australien und Südamerika, wo Beuteltiere jetzt noch leben, finden sie sich selbst im Diluvium. *Dipterodon* im Pleistokän Neuhollands war kolossal, der Schädel 3 Fuß lang. In der Kreide liegen Reste von ein paar Delfhinarten. Dann folgt eine lange leere Zwischenzeit, bis plötzlich in der Tertiärperiode die Säugethiere in Masse auftreten; es gab damals auch in Europa Beuteltiere. Rager, Raubthiere und Fledermäuse waren schon im Eolän da, Wiederkäuern, Dickhäuter und wohl auch Einhufer im Mioän; diese letzteren, die Pferde, lebten damals auch in Amerika. Die faulthierartigen Megatherien in Südamerika, zum Theil von gewaltiger Größe, verbanden die Zahnarmen mit den Dickhäutern. Einige wenige Affen waren schon in der früheren Tertiärzeit da. Nachdem auf dem Meere die Meerdrachen und Flugsaurier, auf dem Lande die großen pflanzenfressenden Saurier ausgestorben waren, kamen die Cetaceen und Landsäugethiere, später als die Cetaceen die Robben und Walrosse. Die Landsäugethiere, welche erschienen, als noch keine Continente bestanden, waren klein und gehörten wahrscheinlich nur den Beutel- und Ragerthieren an, wozu sich vielleicht später einige Fledermäuse gesellten. Als Continente sich gebildet hatten mit der ganzen entsprechenden Entwicklung vollkommenerer Lebensbedingungen, konnten auf ihnen sowohl als auf den größeren Inseln zahlreiche Säugethiere entstehen, namentlich intermediäre Formen von Dickhäutern und Wiederkäuern, dann entschiedene Sippen dieser beiden Ordnungen und die Pferde, stets die meisten und größten Säugethiere auf den Continenten. Von Raubthieren scheinen anfänglich Zwischenformen zwischen Hunden, Hyänen, Katzen und Bären existirt zu haben, andere zwischen Marbern und Viberren, bis es zur Feststellung der bestimmten Sippen kam. Der Entwicklung dieser höheren Säugethierformen ging die der niederen parallel, die Beuteltiere wurden immer zahlreicher, es zeigten sich auch die Zahnarmen, unter ihnen riesenhafte Faul- und Gürteltiere. Am spätesten, wenigstens in ihrer großen Mehrzahl, traten die affenartigen Säugethiere auf, zuerst die Halbaffen, welche auch auf großen Inseln erscheinen konnten; dann die eigentlichen Affen, von welchen die höchsten, die sogen. anthropoiden Affen, jetzt

wieder im Aussterben begriffen zu sein scheinen. Die eigentlichen Affen gehören auch jetzt fast sämmtlich nur den Continenten an. — Die meisten der größeren Landthiere sind auf der östlichen Halbkugel entstanden. Die fossilen Säugethiere Australiens zeigen große Verwandtschaften mit den jetzt noch daselbst lebenden Marsupialien, ebenso die riesigen Gürtelthiere in den La Plata-Staaten mit den gegenwärtig daselbst vorkommenden. Im Colán von Frankreich fand man vier Arten von Didelphis, welche Sippe jetzt nur im mittleren Amerika lebt. Falconer und Cautley haben in Indien fossile Reste von 10—12 Elephantenarten gesammelt. Auch in Südamerika lebten sonst Elephanten. In der Kreide kommen fast keine Säugethiere vor und überhaupt von warmblütigen Thieren nur Vögel.

1824. In Württemberg gruppiren sich die fossilen Säugethiere in drei Formationen, deren erste mit den Paläotherien im Pariser Tertiärghyps zusammenfällt, und deren Reste ungemein zahlreich im Böhnerz von Reuhausen und Frohnstetten sind; die zweite ist die im Süßwasserkalk und jüngeren Böhnerz mit Hippotherium und Mastodon angustidens; die dritte wird durch Mammuth und Höhlenbär vertreten. Der zweiten gehören auch die Zähne des anthropoiden Affen Dryopithecus Fontani Lartet an, die im Böhnerz von Melchingen südlich von Tübingen sich finden und zuerst für Menschenzähne gehalten wurden. (Quenstedt.) In der Schweiz lebten in der Miokänzeit wohl mehr als die 41 Säugethierarten, von welchen man fossile Reste gefunden hat; meist Pflanzenfresser, unter ihnen zahlreiche Rhinocerosse, Mastodonten, Tapire. Viele jetzige Säugethiere Mitteleuropas lebten wahrscheinlich schon vor der Eiszeit, Edelhirsch, Elenn, Urochs und Dachs noch zusammen mit den großen Tropenthieren.

1825. Die plioäne Fauna des Niobraratheales in Nordamerika gleicht viel mehr der nachplioänen und gegenwärtigen Fauna Europas als die jetzt dort lebende Thierwelt; man findet daselbst ein Nashorn, vielleicht *Rh. indicus*. Im Nebrascathal liegen Knochen, ganz denen des *Equus Caballus* gleichend, außerdem nach Leidy solche von fünf Sippen pferbeartiger Thiere: *Hipparion*, *Protohippus*, *Merychippus*, *Hypohippus*, *Parahippus*.

1826. Gegen das Ende der Tertiärperiode lebte auch der furchtbare Tiger *Felis smilodon*, mit Reißzähnen bis 9 Zoll lang, womit er wohl die gepanzerten Säugethiere: *Glyptodon*, *Hoplophorus*, *Chlamydotherrum* zerreißen konnte. Das *Mammoth*, der Höhlentiger und Höhlenbär lebten bis zur Diluvialzeit, als der Mensch schon da war, und mit ihnen in den jetzigen Rheingegenden 92 Procent der jetzt noch lebenden Land- und Süßwassermollusken. Der Schelch der Ribelungen, *Cervus megaceros*, hat mit dem Menschen zusammen gelebt. *Elephas meridionalis* hat vielleicht vor dem Menschen gelebt. Manche Rassen des Haushundes, der aus der Mischung mehrerer wilden Species hervorgegangen ist, scheinen schon früh Begleiter des Menschen gewesen zu sein; vom Wachtelhund findet man Reste in der Steinzeit.

1827. Von fossilen Affen sind bekannt ein *Macaco* in den Londoner Schichten, *Protopithecus brasiliensis* Lund in brasilianischen Knochenhöhlen, wahrscheinlich zu den Plattenaffen gehörend, *Mesopithecus pentelicus* und *major* Wagn. vom Pentelikon bei Athen in einer Knochenbreccie, *Pliopithecus antiquus* Gerv. zu Sanzon im Süßwassermergel und *Dryopithecus Fontani* Lartet in Bohnerzlagern Württembergs, jene zu den Schmalnasen zu rechnen, *Dryopithecus* vermuthlich zu den anthropoiden Affen. Ein kleines Kieferbruchstück mit den drei hintersten Backenzähnen von Egerlingen schreibt Rüttimeyer einem Affen zu, der Charaktere der *Matis*, *Uistitis* und Affen *Ameritas* (namentlich der Brüllaffen) vereinigt. Er nennt ihn *Caenopithecus lemuroides* und schließt, daß in früherer Tertiärzeit auch Affen in Europa lebten, welche von denen des heutigen Asien sehr verschieden waren; die bis jetzt gefundenen mioänen Affen gehören zu *Semnopithecus* oder *Hylobates*, und Owen's eoläner Affe von Rhon weist auf *Macacus*.*)

*) Rüttimeyer, eoläne Säugethiere aus dem Gebiet des schweiz. Jura.

1828. Es ist nach der Descendenztheorie an der Hand des zoologischen Systems sehr leicht, alle Thierformen voneinander abzuleiten, wenn man überhaupt die Aenderungsfähigkeit

als eine ganz schrankenlose annimmt, wie z. B. dieses Häckel thut. Dann ist es ganz einfach, aus den ersten Urorganismen Thiere entstehen zu lassen, den jetzigen Wimperinfusorien analog, aus diesen die Würmer, aus einem Zweig der ausgestorbenen Würmer die Moosthierchen, aus denen sich die eigentlichen Mollusken, von ihnen zuerst die Armkriemer, Brachiopoden, entwickelten. Jene Crustaceenlarve Zoea muß dann die Stammform nicht bloß der Crustaceen, sondern auch der Tausendfüßer, Spinnen und Insecten sein. Weil Kowalewsky neuerlich entdeckt hat, daß zwischen der Entwicklung der feststehenden einfachen Seescheiden und jener von Amphiorus Aehnlichkeiten bestehen, die jungen Ascibien ein angeblich dem Rückenmark und der Chorda ähnliches Gebilde besitzen, sollen alle Wirbelthiere aus Tunicaten hervorgegangen sein, wie letztere aus gewissen Würmern. Die Monitoren gleichen am meisten der ältesten Stammform der Reptilien, die Schlangen hatten sich am Ende der Kreidezeit aus einem Zweig der Eidechsen entwickelt und die Vögel aus einem anderen Zweig der Reptilien, indem ihre Embryonen sehr denen der Schildkröten u. gleichen. Die Abzweigung der Vögel hätte während der Triaszeit stattgefunden, obwohl der älteste „Vogel“, *Archaeopteryx*, sich erst im oberen Jura findet, und die Anomodonten, Saurier des Trias, hätten den Uebergang zu den Vögeln gemacht, deren älteste Formen wahrscheinlich der kanguruhartigen Schnabeleidechse *Campsognathus* aus dem Solenhofer Jura zunächst verwandt waren.

1829. Die mit Placenta versehenen Säugethiere zerfallen in solche ohne und in solche mit *membrana decidua*, der sogen. hinfälligen Haut des Uterus. Zu denen mit *Decidua* gehören unter anderen die Raubthiere und Pinnipeden; gemeinsame Stammgruppe aller übrigen mit *Decidua* sollen die Halbaffen! sein, aus denen sich vielleicht alle *Deciduata* (vielleicht nur Raubthiere und Scheinhufer ausgenommen) als divergente Zweige entwickelt haben. Die Halbaffen selbst aber seien aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelhieren entstanden, deren Hinterfüße eine Greifhand darstellen. Die Halbaffen seien Reste der uralten ausgestorbenen Stammformen; *Cheiromys* macht den Uebergang zu den Nagern, *Galeopithecus* zu den Fledermäusen, *Tarsius*, *Otolionus* zu den Kerffressern, *Lemur*, *Lichanotus*,

Stenops schließen sich an die echten Affen und vermuthlichen Vorfahren des Menschen an. Der Elephant und Klippdachs, die sogen. Scheinhüfer, Chelophora, besitzen eine Decidua, die den wahren Hufthieren immer fehlt; die Scheinhüfer sollen sich aus einem Zweige der Nagethiere entwickelt haben, unter welchen sich ja auch solche mit Hufen befinden, wie Aguti, Caphara u., und die Raubthiere aus einem Zweige der Insectenfresser. — Nach Waterhouse ist unter allen Nagern die Biscache am meisten den Beutethieren verwandt. Darwin läßt alle Nager von einem sehr alten Beutethier sich abzweigen oder Beutethiere und Nager von einem gemeinsamen Stammvater; Phascolumys ist den Nagern am meisten verwandt. Nach Gratiolet wäre der Chimpanse aus den Makaken hervorgegangen, vornehmlich dem stummelschwänzigen Hundsaffen, der Drang aus Hylobates und entfernter aus Semnopithecus, der Gorilla aus dem Hundstopfaffen.

1830. Es wird die Zukunft genauer bestimmen, wie weit der Descendenztheorie Berechtigung zukomme; vor der Hand scheint es, daß auf den gewöhnlichen Wegen bloß Rassen, Varietäten, höchstens Arten aus früheren Arten hervorgehen können. Die schrankenlose Anwendung, welche manche Naturforscher von jener Theorie machen, erscheint mir etwa so richtig, als wenn Jemand die Werke der griechischen Plastik für Umbildungen ägyptischer und wieder die höchsten Schöpfungen der griechischen Kunst zur Zeit des Phidias und Praxiteles für Umbildungen früherer erklären wollte. Allerdings haben die früheren Kunstepochen auf die späteren eingewirkt, aber jedes wahre Kunstwerk entspringt wieder einem individuellen Genius, und das allgemeine Band zwischen ihnen ist nicht Abstammung voneinander, sondern innere Verwandtschaft.

Die Thierwelt der Gegenwart.

1831. Um die Organisation der Thiere zu verstehen, muß der Blick immer zugleich auf die einfacheren und zusammengefügteren Formen gerichtet sein. Bei den höheren Formen jeder Abtheilung ist der Begriff am vollständigsten entwickelt, am reichsten gegliedert; in ihnen leuchtet die Lebenssonne am hellsten und

vermag tiefere Verhältnisse zu beleuchten. So ist z. B. die Kenntniß des menschlichen Organismus zur Erkenntniß des Wirbelthiertypus sehr fördernd. Umgekehrt ist wieder die Kenntniß der niederen Wirbelthiere, des Amphioxus, der Cyclostomen, Cäcilien, für das Begreifen des Wirbelthiertypus überhaupt und seines Zusammenhanges mit anderen Typen unerlässlich.

1832. Häufig sind die Charaktere einer Thiergruppe in den ansehnlicheren Formen derselben reiner ausgesprochen, während die kleineren eine Annäherung an andere Gruppen zeigen. Die parasitischen Formen einer Gruppe sind gewöhnlich unvollkommener. Mittelformen (z. B. Nycteribia, die Pupipara, die Nematoden, die wurmförmig ausgezogenen Milben, Lepidosiren u.) haben oft etwas kümmerliches, viel Auffallendes in ihrer Lebensweise und sind gewöhnlich klein.

1833. Bei der Eintheilung der Thiere muß die Totalität der Momente berücksichtigt werden, — nicht bloß die äußere Form wie in der ersten Periode der Zoologie, noch die innere Organisation wie in der zweiten, noch die Entwicklungsgeschichte wie in der dritten. Wollte man die Entwicklungsgeschichte als allein maßgebend ansehen, so müßten z. B. die Würmer in mehrere Classen getrennt werden. Oft weichen Thiere derselben natürlichen Ordnung sehr in ihrer Entwicklung ab, z. B. die Zweiflügler, und jene von Clepsine gleicht nach Grube viel mehr der der Lumbricinen und Naiden als jener von Hirudo.

1834. In den ersten Decennien dieses Jahrhunderts wurden von Lamarck die Thiere in die zwei großen Abtheilungen der Wirbelthiere und Wirbellosen getrennt und letztere später von Cuvier in die drei Divisionen der Strahlthiere, Weichthiere und Gliederthiere geschieden, so daß vier typische Abtheilungen entstanden. Aber die richtigere Erkenntniß des Skelets hat gelehrt, daß Wirbel ebenso gut bei den Gliederthieren vorkommen als bei den obersten Classen. Jetzt nehmen die Meisten sieben Grundgestalten oder Typen an, die unter sich keine Uebergänge erkennen lassen, und von welchen jeder in sehr verschiedenen Graden der Ausbildung verwirklicht ist. Die systematische Stellung einer Thierart hängt in erster Instanz von dem Typus, in zweiter von dem Grade der Ausbildung desselben ab.

1835. Der Hauptunterschied der oberen zum Menschen führenden und aller unteren Thiere scheint mir im Blute zu liegen; nur die obersten Thiere haben wahres rothes Blut, alle anderen mit wenigen Ausnahmen anders gefärbtes oder farbloses. Ich unterscheide daher zunächst blaßblütige und rothblütige, peliohämatische und pyrrhöhämatische Thiere, welche den blutlosen und den Blutthieren des Aristoteles entsprechen.

1836. Unter den blaßblütigen Thieren wird man zuerst diejenigen absondern müssen, welche im Gegensatz zu allen anderen bei meist mikroskopischer Kleinheit einen sehr einfachen Bau und kaum eine histologische und morphologische Differenzirung erkennen lassen. Dieß sind die sogen. Urthierchen, Archezoen oder Protozoen, die drei Classen der Infusorien, Rhizopoden und Spongozoen umfassend.

1837. Von den Infusorien führen zwei verschiedene Entwicklungsreihen aufwärts, beide in einer Unzahl von Gestalten verwirklicht und auf ihren Gipfelpuncten bei höchst differenten Formen anlangend. Die eine zeigt einen mehr extensiven Charakter mit einem Uebergewicht der Athmung und Bewegung, der Gliederentwicklung; zu ihr gehören die Würmer und Gliedertiere, in ihrer überwiegenden Mehrzahl also Lustthiere, welche in den staatenbildenden Insecten gipfeln. Die andere Reihe hat einen mehr intensiven Charakter mit einem Uebergewicht der Ernährungs-, Absonderungs- und Kreislaufsorgane, meist Wasserbewohner umfassend, so die Cölenteraten, Stachelhäuter und Weichthiere, welche in den Cephalopoden ihre höchste Ausbildung erreichen.

1838. In den rothblütigen Thieren, den Wirbel- oder Kopftieren, sind die Typen der Weich- und Gliedertiere zusammengefaßt, aber nicht auf eine mechanische, sondern auf höchst geistvolle, ungeahnte Weise, so daß sich jene beiden Typen zu einer neuen Einheit wunderbar durchbringen, in welcher ihre Widersprüche ausgeglichen, ihre Einseitigkeit gehoben, ihre Vortheile verbunden sind. Damit ist der Weg zur Menschengestalt eröffnet. Zugleich gelangen Sinne und Nervensystem, welche bis jetzt nur eine untergeordnete Bedeutung hatten, hier zu ihrem Rechte als die wesentlich thierischen Organe, als der Zweck der ganzen Entwicklung, welchen gegenüber die anderen nur als die nothwendige Voraussetzung erscheinen. Weil

hiemit der Kopf, früher fehlend oder nur ein Anhang des Rumpfes, sich als die höhere Abtheilung des Thierleibes erweist, habe ich diese Thiere Kopfsthiere genannt. Bei ihrer Entwicklung schnürt sich die Körperwand und der Darm des Embryo immer vom Dotter ab, während bei niedrigen Typen der Dotter sich in den Embryo umwandelt und der Darm sich im Dotter oder Embryo ausschölet.

1839. Die Protozoen, Urthierchen, bestehen wesentlich aus amorpher contractiler Substanz mit pulsirenden Hohlräumen, oft mit Körnchenströmung, mit einem Organ, das man für Nucleus erklärt, welches aber die Bedeutung einer hermaphroditischen Geschlechtsbrühe hat. Es fehlt eine entschiedene Grundform; neben der geschlechtlichen Fortpflanzung findet auch Vermehrung durch Theilung und Sprossung statt. Sie haben keine Körperhöhle und kein eigentliches Blut, von Nerven und Sinnesorganen keine Spur und dieselbe homogene Substanz, deren äußerste Schichten manchmal sogar nicht als Rinde sich absondern, übernimmt die verschiedensten Functionen. Die contractilen Sarcobesäden der Rhizopoden, Actinophrys, Podophrya, haben Empfindung; sie fühlen, wenn ein anderes Wesen an sie stößt, ziehen sich dann ein, wirken auch lähmend auf die zarten Infusorien, welche bei der Berührung sogleich erstarren und in die Substanz der Rhizopoden aufgenommen werden. — Daß Agassiz die Thalassicolen, Polychyten und Rhizopoden nicht für Thiere, sondern für Algen erklärt, ist ein Curiosum.

1840. Die Infusorien sind Urthierchen, deren Oberfläche Wimpern, Borsten, Griffel entwickelt, welche zur Bewegung dienen, nur selten (z. B. Pleuronema) auch noch geißelförmige Fäden oder Fortsätze ohne Körnchenströmung. Die äußerste Körperschicht stellt manchmal eine Rinde dar. Ein Darm fehlt immer; die höheren haben einen Mund und ein Nucleus genanntes Gebilde, in welchem sich Zeugungstoffe entwickeln. Contractile pulsirende Räume, sogen. Vacuolen, sind bei vielen höheren und niederen beobachtet und wahrscheinlich wasseraussondernde, der Athmung dienende Organe. (Zenker.) Nur die Wimperthierchen, Ciliata, sind entschiedene Thiere, die Geißelinfusorien, Flagellata (Astasia, Euglena, Volvox, Gonium, Monas, Vibrio u.), nehmen eine Zwischenstellung zwischen Thieren und Pflanzen ein.

1841. Die Wurzelfüßer, Rhizopoda, sind meist mikroskopische Geschöpfe mit ein- oder mehrzelligem Leibe, ohne äußere Membran. Sie können Fortsätze, sog. Pseudopodien, vorstrecken und einziehen, welche bei vielen abwechselnd miteinander verschließen und sich trennen. Die wenigsten sind nackt, die große Mehrzahl sondert eine Kalkschale ab, wie alle Foraminiferen (mit Ausnahme der Kieselchaligen Nonionina und Polymorphina) oder eine Kieselchale wie die Radiolarien. Diese mit wenigen Ausnahmen das Meer bewohnenden Thierchen bilden, wie besonders die Foraminiferen, durch Zusammenhäufung ihrer Schälchen große Gesteinsmassen (Nummulitenkalk, Miliolitenkalk etc.), aber auch die fossilen Radiolarien erzeugen auf den Nicobaren und auf Barbados ganze Hügel. D'Orbigny berechnete für eine Unze Antillen sand 4 Millionen Rhizopodenschälchen, Schülke für eine Unze des Sandes vom Molo di Gaeta etwa 1 Million. — Die sämmtlichen Amöben sind vielleicht Entwicklungsstufen gewisser Pilze, der Myxomyceten.

1842. Die Schwammthierchen, Spongiaria, Porifera, bis in die neueste Zeit für Pflanzen gehalten, haben eine unerwartet complicirte Organisation. Zusammenhängende Sarcobone und Haufen amöbenartiger Zellen sind in einem aus Hornfäden oder Kiesel- und Kalkkörpern, oft aus beiden zugleich bestehenden festen schwammigen Körper von sehr verschiedener Gestalt, von der Größe einer Erbse bis zu Manneshöhe eingeschlossen, mit mehreren großen Auswurfsöffnungen, von unzähligen kleinen Löchern durchbohrt. Im Innern findet sich ein Canalsystem für das durch die Poren einbringende Wasser, welches schwingende Wimperzellen bewegen und das durch die großen Oeffnungen wieder austritt. Die amöbenartigen, höchst veränderlichen Zellen fließen bald in gemeinschaftliche Massen zusammen, bald trennen sie sich wieder. Die Fortpflanzung erfolgt durch Theilung, Keimkörner und geschlechtlich durch Eier und Samen. Spongilla ausgenommen, gehören die Schwämme sämmtlich dem Meerwasser an.

1843. Von den Urthierchen, bei welchen sich Hinbeutung auf höhere Typen findet, z. B. der Vorticellinen auf die Blumenthiere, der Rhizopoden auf die Mollusken, führen, wie gesagt, zwei Reihen in divergirenden Richtungen aufwärts. Die Cölenteraten sind Thiere von strahliger, selten bilateraler Form, ihre

Körperabschnitte und Organe meist in der Vier- und Sechszahl und deren Multiplis vorhanden. Bei Mangel eines gesonderten Darmes ist die innere Leibeshöhle, der sogen. Gastrovascularraum, zugleich Verdauungs- und Kreislaufsapparat, indem seine Ausläufer als Gefäße functioniren. Mund meist von hohlen, mit der Leibeshöhle communicirenden Fühlfäden umkränzt. Elementartheile oft zu Muskeln, Nerven und Skeletttheilen differenzirt; bei manchen sind schon Sinnesorgane da. Leibeshöhle innen meist bewimpert, Oberhaut mit Wimpern und Nesselorganen besetzt. Ungegeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospung und Theilung vorherrschend, doch erzeugen alle auch Eier und Samen. Die Entwicklung erfolgt mit Metamorphose und Generationswechsel. Viele bilden Thierstöcke, die oft aus polymorphen Individuen bestehen, und alle, mit Ausnahme von Hydra und Cordylophora, leben im Meere.

1844. Die Stöcke der Blumenthiere, Korallenthier, Anthozoa, wurden bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts für Pflanzen gehalten. Die eingeschlechtigen oder hermaphroditischen Thierchen sind walzig oder keulenförmig, ihr am oberen Ende befindlicher Mund ist von einem Fühlerkranz umgeben. Sie haben ein Magenrohr, welches sich in die Leibeshöhle öffnet und an die Mesenterialsalten angewachsen ist, die strahlig vom Umkreis in die Leibeshöhle hineinragen. Sie vermehren sich ganz allgemein durch Sprossung und stellen so baum- und strauch-ähnliche Colonieen dar. Medusenförmige Generationen fehlen bei ihnen. Viele sondern Horn- oder Rastgerüste ab und alle gehören dem Meere an, wo namentlich die Madreporen unzählige Riffe und Inseln bilden. Die unendliche Formenfülle der Polypenstöcke, welche oft täuschend blühenden Kräutern und Gesträuchen ähneln, hängt von Zahl, Lage, Richtung der Sprossen ab; es gibt auch hier Seiten- und Endknospen. — Die Calycozoen verbinden diese Classe mit der folgenden.

1845. Die Polypenquallen, Polypomedusa, Hydro-medusa, Acalepha, sind polypen- oder medusenförmige Thiere, häufig Colonieen aus Individuen verschiedener Form und Function darstellend. Sie haben keinen Magenschlauch, und ihr Gastrovascularraum setzt sich in periphere Canäle fort. Der

Polypenstock ist sehr selten kalkig, aber verhornte Oberhautgebilde umschließen oft als Röhren Stamm und Zweige oder bilden um die Bewohner becherartige Gehäuse. Generationswechsel ist sehr allgemein mit polypen- und medusenartigen Formen, welche vor der Bekanntschaft mit der Entwicklung sogar in verschiedene Thierclassen gesetzt wurden. — Der Leib unserer Armpolypen, welche für die Biologie wichtig geworden sind, ist aus verschmolzenen contractilen Zellen gebildet. Die für Augen gehaltenen Randkörperchen der Medusen scheinen keine Augen, sondern nervöse Organe zu sein; aber Sempër hat bei einer Qualle von Manila wirkliche Augen mit Linse und Pigment beobachtet, welche vor solchen Randkörperchen liegen.

1846. Die Rippenquallen, *Ctenophora*, haben einen kugligen, walzigen oder bandförmigen Körper, außen mit acht von einem Pol zum anderen laufenden Reihen von Schwimmpfättchen, einen Magen Schlauch, ein das Körpergewebe durchziehendes Canalsystem und meist symmetrische Fangorgane. Sie sind Hermaphroditen mit einfacher Entwicklung und schwimmen frei im Meere. Die sonst hieher gestellte, kaum 1 Millimeter große und doch durch ihre unermessliche Menge das Meeresleuchten bewirkende *Noctiluca miliaris* scheint zu den Protozoen zu gehören.

1847. Der Kreis der Stachelhäuter, *Echinodermata*, begreift Thiere mit meist strahlenförmigem Körper, der jedoch Uebergänge zum bilateralen Typus zeigt, mit vorherrschender Fünfsahl oder deren Vielfachem in den Segmenten und Organen. Ihre Haut ist durch eingelagerte Kalkkörperchen verkalbt oder in eine unbewegliche Kalkschale verwandelt, oft mit Stacheln besetzt. Sie haben stets ein deutliches Muskelsystem, Darm und Blutgefäße, ein schlauchförmiges Herz und dazu noch ein Wassergefäßsystem mit schwellbaren Anhängen, fogen. Füßchen, die, aus den Schalenporen vortretend, zum Anhängen und Kriechen an glatten Flächen dienen, ferner fünf Ganglienmassen mit ausstrahlenden Nerven und öfters auch Augen. Wenn eine der Abtheilungen über die anderen präponderirt, einer der Strahlen zur Mittelebene wird, an deren Seiten sich zwei Paare gleicher Strahlen gruppiren, ist eine Annäherung an den bilateralen Typus gegeben. Der

oft bewaffnete Mund liegt auf der Unterseite, am ventralen Pol, der meist am Scheitelpol liegende After fehlt manchmal, ein Darm ist immer da. Der sogen. Steincanal, durch eine siebförmige Platte geschlossen, nimmt das von außen eindringende Seewasser auf. Für Athmungsorgane hält man gewisse Anhänge und Schläuche bei Seesternen und Seeigeln und die Wasserlungen der Holothurien. Die Geschlechter sind mit Ausnahme der hermaphroditischen Synapta immer getrennt, die Eier werden äußerlich befruchtet, die Entwicklung erfolgt selten direct, sondern meist mit sehr complicirter Metamorphose, und die sehr eigenthümlich geformten Larven sind bilateral. Die Stachelhäuter sind Meerthiere mit zum Theil außerordentlicher Reproductionskraft, mit undurchsichtiger, meist starrer Haut, während die Polypomedusen gallertartig und bei glänzenden Elementarfarben häufig durchsichtig wie Krystall sind.

1848. Die erste Classe bilden die Haar- oder Liliensterne, Crinoidea, deren kugelig, becher- oder kelchförmiger Körper auf einem gegliederten Kalkstiel mit wirtelförmig gestellten gegliederten Ranken wie eine Blume steht und meist zusammenlegbare, gegliederte und gefiederte Arme trägt. Die Haut stellt auf der Rückenseite Kalktafeln dar, die Füßchen sind zu einer Art Füßler umgewandelt. Die schon vor der Steinkohlenperiode vorhandenen höchst zahlreichen Liliensterne, jetzt fast ausgestorben, kamen zur Glaszeit von ungeheurer Größe vor; die Stengel von *Pentacrinus Hiemeri* stellten Säulen von mehr als 50 Fuß Länge dar, die sich massenhaft ineinander wickelten, als Riesenschöpfe umherschwammen oder im Uferschlamm lagen und nur ihre Körper Blumentronen gleich nach oben richteten. Bei den größeren hat jeder der 40 Arme 36 Nebenarme und jeder besteht aus Tausenden von Gliedern, die Säule aus wohl 100,000, dann kommen noch die von Kelch und Perisoma, so daß über 5 Millionen Glieder herauskommen. *) Von der jetzt noch lebenden *Comatula mediterranea* sind die Larven wurmförmig, schwimmen frei herum, werden dann zu einem gestielten Lilienstern, als *Pentacrinus europaeus* beschrieben; hierauf trennt sich der Körper vom Stiel und ist nun *Comatula*. Die Sippe *Gastrocoma* aus dem Kohlenkalk war der erste von seinem Stiel frei

geworbene Lilienstern. Der jetzt noch im westindischen Meere selten vorkommende *Pentacrinus caput Medusae* gehört zu den Formen, welche den Stiel immer behalten.

*) Quenstedt, Schwaben's Medusenhaupt, Tübingen 1868.

1849. Bei den Seesternen, *Asteroida*, ist der Körper ungestielt, flach, fünfeckig oder sternförmig, die Bauchfläche mit sogen. *Ambulacralplatten* und Füßchen besetzt, der Rücken ohne solche. Im Innern der Strahlen auf der Bauchseite fünf Reihen beweglich verbundener Kalkstücke, Mund unbewaffnet, unten in der Mitte, After oben. Arme oft verlängert, manchmal vielfach getheilt, beweglich. Viele dieser Thiere, welche in eigentliche Seesterne und Schlangensterne zerfallen, gehen aus bilateralen Larven von verschiedener Gestalt hervor, die man *Pluteus*, *Bipinnaria*, *Brachiolaria* genannt hat.

1850. Bei den Seeigeln, *Echinoidea*, ist der Körper regulär oder irregulär, kugelig, herzförmig, scheibenförmig mit unbeweglicher, aus Kalktafeln gebildeter Schale, welche bewegliche Stacheln trägt. Kalktafeln meist in 20 Meridianreihen geordnet, mit feinen Porenreihen zum Austritt der Füßchen, die zur Bewegung oder Athmung dienen. Mund und After central oder excentrisch. Die Larven dieser Thiere, von welchen man reguläre Seeigel, Schildigel, Herzigel unterscheidet, haben die *Pluteusform*.

1851. Die Seewalzen, *Holothurioidea*, sind wurmförmig gestreckt, bilateral mit meist deutlich geschiedener Rücken- und Bauchseite. Ihre lederartige Haut enthält verschieden geformte (bei *Chiridota* radförmige) Kalkkörperchen. Mund am Vorderende mit Fühlerkranz, After am Hinterende. Die contractilen hohlen Fühler stehen mit einem Wassergefäßsystem in Verbindung, am Darmende haben sie eine baumförmig verzweigte Wasserlunge. Entwicklung einfach oder mit complicirter Metamorphose, wo die Larven, *Muricularien* genannt, vor der definitiven Form in ein tonnenförmiges Puppenstadium übergehen.

1852. Bei den Würmern und Gliedertieren weicht der radiale Typus entschieden dem bilateralen. Die harten Theile werden hier meist durch Chitin gebildet, eine viel leichtere Substanz als Kalk. Im Kreise der Würmer, *Vermes*, ist

der Leib seitlich symmetrisch, gestreckt, weichhäutig, ungegliedert oder homonom gegliedert und läßt meist Rücken- und Bauchseite unterscheiden. Articulirte Gliedmaßen fehlen, häufig aber sind Saugnäpfe, Borstenbüschel, Fußstummeln zur Bewegung da, die jedoch hauptsächlich durch ein Muskelsystem unter der Haut vermittelt wird. In den vollkommneren ein deutliches Nerven- und Gefäßsystem. Bei der Entwicklung entsteht der Leib meist ohne Primitivstreifen durch Umwandlung des ganzen Dotters. — Ein Thierkreis von ungemeiner Abstufung der Organisation vorzüglich deshalb, weil so viele Parasiten sind, womit eine Degradation des Baues gegeben ist, während sich die frei lebenden Würmer zu hohen Organisationsstufen erheben und es bei ihnen zur Bildung eines deutlichen Kopfes mit Hirn, Augen, Gehör- und Tastorganen und zu einer wohl ausgebildeten Ganglienkette an der Bauchseite kommt. So haben die Ringelwürmer auch ein ausgebildetes Blutgefäßsystem, oft auch noch Wassergefäße und Kiemen. Die Würmer vermehren sich durch Knospung, Theilung, Keimkörner, auf geschlechtliche Weise und entwickeln sich häufig mit Generationswechsel und complicirter Metamorphose. Sie leben im Wasser oder doch im Feuchten, und mit Ausnahme der indischen Springblutegel und einiger Land-Planarien gibt es unter ihnen keine bloß Luft athmenden Thiere.

1853. Bei den Plattwürmern, *Platyhelminthes*, ist der Leib platt, ohne Fußstummeln und Borstenbüschel, sehr oft mit Haken oder Saugnäpfen versehen. Darm fehlend oder, wenn vorhanden, oft verästelt, ohne After. Meist Hermaphroditen, öfters durch Knospung gegliederte Colonieen bildend. Entwicklung mit Metamorphose oder Generationswechsel. Die Band- und Saugwürmer leben in thierischen Eingeweiden, die Strudelwürmer frei im Wasser.

1854. Die Rundwürmer, *Nemathelminthes*, haben einen schlauch- oder fadenförmigen, drehunden, ungegliederten Leib, manchmal mit Warzen oder Haken am Vorderende. Darm mit oder ohne After, manchmal ganz fehlend, Geschlechter getrennt. Mit Ausnahme der frei lebenden Anguilluliden und Gorgiaceen alle in thierischen und menschlichen Eingeweiden, darunter die gefährlichsten aller Schmarotzer: *Trichina spiralis* und Doch-

mius duodenalis, welcher letztere die so verderbliche ägyptische Chlorose verursacht.

1855. Bei den Ringelwürmern, *Annelides*, ist der Leib gestreckt, platt oder walzig, gegliedert. Der Mund öffnet sich an der Unterseite, der After am Körperende oder auf dem Rücken. Ein Schlundring mit Gehirn und zwei am Bauche verlaufende Nervenstämmen mit Gangliennoten in jedem Segment. Sehr häufig Augen, Gehörbläschen, Tastfäden am Kopfe, die sich als Cirren an den Leibeshringen wiederholen. Gefäßsystem oft hoch ausgebildet, in manchen doch nicht vollständig geschlossen; Blut oft roth, angeblich auch durch Eisen. Manche mit gesonderten Kiemen und eigenthümlichen Excretionsorganen in jedem Ring. Zwitter oder eingeschlechtig, vermehren sie sich zum Theil noch durch Sprossung und Theilung und entwickeln sich direct oder mit Verwandlung. — Jedermann kennt die Egel und Regenwürmer; ein dritte Ordnung sind die Sternwürmer, *Gephyrei*. Namentlich durch die *Sipunculiden* den *Synapten* (*Holothurien*) ähnlich, weichen sie von diesen und allen Stachelhäutern durch die bilaterale Symmetrie ihrer Tentakeln, durch das Fehlen eines Kaltringes um den Schlund und der Kalkkörperchen in der Haut, endlich durch den Mangel eines Steincanals im Tentaculargefäßsystem ab. Dagegen haben sie einen Bauchnervenstrang mit Schlundring, manchmal auch Andeutung von Körpergliederung und Bewegungsborsten wie die Ringelwürmer.

1856. Die Räderthierchen, *Rotatoria*, sind zugleich den Crustaceen und Protozoen verwandt, mit welchen ich sie früher in eine Classe der Wirbler, *Ringopoda*, vereinigt hatte. Leib seitlich symmetrisch mit Bauch- und Rückenseite, heteronom oder homonom gegliedert. vorn ein ausstülpbarer Wimperapparat, ein Hirnnoten mit ausstrahlenden Nerven, im Leibe Excretionsröhren mit Zitterorganen, in eine Cloake mündend. Hinten meist ein Pseudopodium, das Manche als verwachsenes Fußpaar, Andere als hinteren Körperabschnitt betrachten. Ein bewaffneter Schlundkopf, am Magen zwei große Drüsen. Herz und Gefäße fehlen. Oft Augen und in der Haut eigenthümliche Tastorgane. Männchen selten, klein, von abweichender Form, ohne Darm; sie nehmen keine Nahrung und leben nur kurze Zeit. Wintererier

dünnchalig, Sommereier dünnchalig, letztere wahrscheinlich parthenogenetisch erzeugt; die Männchen kommen nur aus Sommer-eiern. Mikroskopische Thierchen meist des Süßwassers, nackt oder von Panzern und Röhren umschlossen. Manche leben nach langer Vertrocknung wieder auf. — Auch Leuckart *) bringt die Rotiferen und Bruchzoen zusammen; Nerven, Genitalien und Darm zeigen in beiden wesentlich die gleiche Anordnung. Er bildet aus beiden die Wurmelasse Ciliati. Sein sonderbares Genus Echinoderes hielt Dujardin für ein Mittelglied zwischen Crustaceen und Würmern; es erinnert durch Dicke des Chitinkleides und Gliederung der Ringe in ein Tergal- und Sternalstück an die Gliedertiere, von welchen es aber wieder ganz durch den Mangel der Anhänge an den ganz gleichartigen Segmenten und durch einen musculösen Schlundkopf abweicht. Claparède erklärt es deshalb für einen Wurm, der aber in keine der bekannten Gruppen unterzubringen ist. Hat vorne zwei rothe Augenflecke, die auf Gehirnen wie Hirnknotten sitzen.

*) Ueber die Morphologie u. die Verwandtschaftsverhältnisse der niederen Thiere, Braunschweig 1848.

1857. Im Kreise der Gliedertiere oder Gliederfüßer, Arthrozoa, Arthropoda, ist der Leib seitlich symmetrisch, meist deutlich in Kopf, Brust, Bauch gesondert und trägt articulirte Gliedmaßen. Bei Insecten und Tausendfüßern ist das Postabdomen ganz rudimentär, bei den Spinnen mit dem Abdomen verwachsen, bei den Krebsen sehr ausgebildet. Haut zu einem Chitin- oder Kalkpanzer erstarrt, Eingeweide und Muskeln einschließend. Die Anhänge der Kopfsegmente gestalten sich zu Fühlern und Mundwerkzeugen, die der Brustriinge zu Fuß- und Flügelpaaren, der Hinterleib trägt selten locomotive Organe, aber oft der Fortpflanzung oder Athmung dienende. Manchmal Kopf mit Brust, selten alle drei Körperabtheilungen verwachsen. Muskelfasern quer gestreift. Der Nahrungscanal beginnt an dem unten am Kopfe liegenden Mund, gliedert sich in mehrere Abtheilungen, mündet in einem endständigen After aus, und sehr allgemein gesellen sich ihm Speichel-, Gallen- und Harnorgane zu. Das meist farblose Blut wird nur selten durch vicarirende Organe, gewöhnlich durch ein Herz bewegt, aus welchem Arterien ent-

springen; manchmal bilden sich auch Venen, obschon es nie zu einem geschlossenen Gefäßsystem kommt, sondern stets Lacunen bleiben. Nur die niedrigsten athmen durch die Haut, alle vollkommenen durch Kiemen, Tracheen oder Lungen. Ueber dem Schlunde liegt ein Hirn, mit dem sich die am Bauche verlaufende Ganglienkette verbindet, am Rücken ein sympathisches System; aus dem Hirne kommen die Sinnes-, aus der Ganglienkette die Bewegungs- und Hautnerven. Augen unbeweglich oder beweglich, einfach oder zusammengesetzt, d. h. mit vielen Stäbchen der Sehnervenfasern, und dann entweder mit glatter oder facettirter Hornhaut. Gehör- und Riechorgane sind nur bei einigen beobachtet, zum Tasten dienen Fühler, Freßspitzen (palpi), manchmal auch Haare und Borsten mit Nervenanschwellungen, oft auch die Fußspitzen. Geschlechter, mit Ausnahme der Rankenfüßer und Wasserbärchen, getrennt, öfters bimorph gebildet; die meisten legen Eier, nur wenige gebären lebende Junge. Selten erfolgt die Fortpflanzung parthenogenetisch aus unächten Eiern (pseudovis) oder unbefruchteten Eiern und combinirt sich bisweilen mit Generationswechsel. (§. 1057, 1770.) Fast immer kommt es nach der Dottererspaltung zur Anlage eines bauchständigen Primitivstreifens; die Larve erfährt weniger oder mehr complicirte Verwandlungen, und in einigen Fällen tritt rückschreitende Metamorphose ein. Der Kreis der Gliedertiere umfaßt wenigstens dreimal so viel Arten, als das ganze übrige Thierreich; die Gliedertiere erfüllen Luft, Wasser und Erde, erheben sich nicht zur Größe der Mollusken und Wirbelthiere, sinken aber auch nicht zu mikroskopischer Kleinheit herunter.

1858. Die Krebse, Crustacea, sind Gliedertiere mit einem oder zwei Fühlerpaaren, meist mit Cephalothorax und einem sich vom Bauche absondernden Postabdomen, mit zahlreichen Füßen an Brust und Bauch, meist durch Kiemen athmend. Augen zusammengesetzt oder einfach, bei den höheren auch Hör- und Riechwerkzeuge da. Mehrere Kieferpaare, die hinteren oft fußförmig. Geschlechter mit Ausnahme der Cirripedien getrennt, Entwicklung ohne oder mit Metamorphose. Diese außerordentlich zahlreiche, an Formen und im Organisationsgrade ungemein wechselnde Classe ist das für das Meer, was die Insecten für das Land

sind; die meisten leben übrigens von animalischen Stoffen und manche sind Schmaroger. — Die Rantenfüßer oder Cirripeden haben eine rückschreitende Metamorphose, so daß die Jungen mit Augen und Bewegungswerkzeugen versehen sind, welche die Alten verlieren, sich mit den Fühlern festsetzen, mit Kalkschalen umgeben und lange für Conchylien gehalten wurden. Die Spaltfüßer oder Copepoden haben zum Theil stechende Mundtheile, 4—5 Paar zweiästige Ruderfüße und namentlich die Schmaroger unter ihnen rückschreitende Metamorphose. Die Muschelkrebse, Ostracoden, kleine Thierchen, auch im Süßwasser zahlreich, sind in eine zweiklappige Hornschale eingeschlossen. Die Blattfüßer, Phyllopoden, sind von einem Schild, Mantel oder zweiklappiger Schale bedeckt und haben wenigstens vier Paar blattförmiger Schwimmfüße; die hieher gehörigen Wasserflöhe, Daphniden, entstehen parthenogenetisch. Die Lanzentkrebse, Pöcilopoden, mit großem Schild und beweglichem Schwanzstachel, haben einfache und zusammengesetzte Augen, sechs Paar Scheerenfüße und sechs Paar Blattfüße. Bei den Affeln oder Isopoden ist der Kopf mit dem ersten Bruststring verwachsen, der Leib ist flach und die Gliedmaßen des Postabdomen tragen blätterige Kiemen. Manche, wie unsere Kelleraffeln, leben auf dem Lande an feuchten dunkeln Orten, andere schmarozen an Fischen und Garneelen. Auch bei den Flohkrebse, Amphipoden, ist der Kopf mit dem ersten Bruststring verwachsen und ihre Kiemen sitzen an den mittleren Füßen. Die höchsten Krebse sind die Zehnfüßer, Decapoden, bei denen Kopf- und Bruststringe von einem gemeinsamen Schilde bedeckt sind. Augen zusammengesetzt, auf beweglichen Stielen, die drei Fußpaare der Brust oft zu Kieferfüßen umgewandelt, Kiemen wohl ausgebildet, Schale durch kohlenfauren Kalk oft sehr fest. Die vorderen Fühler tragen zwei bis drei Geißeln, deren eine mit zarten Fäden und Haaren besetzt ist, die man für Riechorgane hält, während das Wurzelglied das Hörorgan enthält; das hintere Fühlerpaar ist vorzüglich Tastwerkzeug. Zum System der zahlreichen Kauwerkzeuge sind noch die ersten drei Fußpaare als Kieferfüße beigezogen, während die fünf übrigen Paare zum Gehen, Greifen oder Schwimmen dienen und die vorderen Paare häufig in Scheeren enden. Von den sechs Fußpaaren des Hinterleibes, welche auch fehlen können,

sind die vorderen zum Schwimmen oder Tragen der Eier bestimmt, das sechste stellt mit dem letzten Bauchring die Schwanzflosse dar. Hirn und Nervensystem, Herz und Gefäße wohl ausgebildet, Entwicklung meist mit Verwandlung; die Larven wurden als eigene Sippen: *Zöa*, *Megalopa*, *Euphausia*, *Phyllosoma* beschrieben. Sowohl unter den langschwänzigen als kurzschwänzigen (Krabben) finden sich sehr große Formen; viele Krebse hören und sehen gut, sind scheu, vorsichtig und schnell in ihren Bewegungen.

1859. Bei den Spinnenthieren, *Arachnida*, fehlt der Vorderkopf, und es ist nur der mit der Brust verwachsene Hinterkopf da; bei niedrigeren sind Kopf, Brust und Bauch in eine Masse verwachsen. Mit dem Vorderkopf fehlen auch vordere Fühler, Oberlippe und zusammengesetzte Augen; die sogen. Kieferfühler scheinen den Hinterfühlern der Crustaceen zu entsprechen, und erhalten wie diese ihre Nerven von den oberen Schlundknoten; Mandibeln fehlen; das erste Maxillarpaar stellt sehr verschieden gestaltete Mundtheile dar, das zweite ist zum ersten Fußpaar geworden, weshalb die Arachniden acht Füße haben. Nur zwei bis zwölf einfache Augen, zwei Kieferpaare, vier Paar Brustfüße, keine Bauchfüße. Hinterleib bei einigen gegliedert. Die Oberkiefer sind Scheeren- oder Klauenkiefer, oder ungliederte Stilete; Taster der Unterkiefer oft fußförmig. Herz langgestreckt, mehrkammerig, mit Arterien; Venen nur bei den Scorpionen. Athmen durch Tracheen oder sackförmige Lungen. Geschlechter getrennt, nur die Wasserbärchen hermaphroditisch. Die größeren Arachniden sind greuliche, meist nächtliche Raubthiere, von Säften anderer Thiere lebend, die sie durch giftigen Biß tödten, die kleineren oft Parasiten. Von den Affelspinnen, *Phcnogoniden*, den Wasserbärchen und Wurmmilben, *Linguatulinen*, zieht sich eine Stufenfolge der Größe und des vollkommneren Baues bis zu den eigentlichen Spinnen und Scorpionen. Die sonderbaren Wasserbärchen, *Aretiscina*, *Tardigrada*, besitzen ein sehr deutliches Nervensystem; ihre Blutkörperchen sind groß und eigenthümlich. Bei *Aretiscon Milnei* fand Greeff (Schulz, Arch. f. mikr. Anat. I. 101) eine Ganglienkette, bestehend aus vier großen Markmassen, durch doppelten Strang verbunden, und sehr starke Muskelnerven. Aus der vordersten Masse entspringen

außer kleineren Nerven zwei Paar kolbig geendigte: Geruchsnerven(?) und Augennerven, denn diese Art hat zwei deutliche Augen, während andere Wirththierchen blind sind. Manche leben nach jahrelanger Vertrocknung im Wasser wieder auf.

1860. Die Tausendfüßer, Myriapoda, sind Gliederthiere mit gesondertem Kopf, einem Paar Fühler, drei Paar tastlosen Kiefern, meist einfachen in Haufen beisammen stehenden Augen, vielgliederiger Brust und Bauch mit zahlreichen Fußpaaren. Leibesringe ziemlich homonom, Athmung durch Tracheen, Nervensystem dem der Ringelwürmer ähnlich, Bedeckungen hornig oder kalkig. Geschlechter getrennt, Entwicklung mit Metamorphose. Eine kleine, aber sehr markirte Classe. Die einen, wie Julus, Glomeris, sind träg und leben von modernden Substanzen, die anderen, wie die Scolopendriden, sind rasch, bissig und leben vom Raube.

1861. Die zahlreichste aller Thierclassen, die Kerfe, Insecta, zeigt die Trennung in Kopf, Brust, Bauch fast immer deutlich. Nur ein Fühlerpaar, saugende oder kauende Mundtheile, einfache und zusammengesetzte Augen, drei Brustringe, welche unten eben so viel Fußpaare, oben meist ein oder zwei Flügelpaare tragen, Hinterleib fußlos. Sie athmen durch Tracheen. — Die ungemein verschieden gestalteten Fühler dienen als Tast-, vielleicht auch als Riechwerkzeuge. Die Mundtheile bestehen bei den Kauinsecten aus Oberlippe, tastlosen Overtiefen, tasttragenden Untertiefen und Unterlippe, welche als drittes verwachsenes Kieferpaar zu betrachten ist. Diese Theile erfahren bei den leckenden, saugenden, stechenden Insecten angemessene Umbildung. An den Weinen zeigt der Fuß die größte Verschiedenheit der Bildung, die Adern der Flügel nehmen Blut, Nerven, Tracheen auf, die Legecheiden, Stacheln, Copulationsorgane am Hinterleibe entstehen durch Spaltung seiner letzten Ringe und sind als Gegenstücke der Mundtheile aufzufassen. Haut chitinisirt, von Porencanälen durchsetzt, oft Borsten, Haare, Schuppen entwickelnd. Nahrungsgeslauch oft sehr complicirt, in Kropf, Saugmagen, Rauhmagen, Chylusmagen, Dünn-, Dick- und Mastdarm gegliedert, mit mancherlei Drüsen; oft sind auch Wachsdrüsen, mit einem Stachel verbundene Giftdrüsen, in den Larven Spinnbrüsen da. Herz achtkammerig, mit Aorta; das Blut bewegt

sich, da sonst Gefäße fehlen, in wandungslosen Räumen. Tracheen oft mit blasenförmigen Erweiterungen; Athmung und Stoffwechsel sehr energisch. Oberer Schlundknoten, Analogon des Großhirns, oft sehr entwickelt; den unteren vergleicht man dem Kleinhirn. Viele besitzen ohne Zweifel Hörorgane, namentlich jene, welche Töne hervorbringen. Dimorphismus der stets getrennten Geschlechter oft stark hervortretend; die Weibchen haben eine eigene Tasche zur Aufnahme und Aufbewahrung des Spermas. Paarung findet stets nur einmal statt. Psysiden, manche Tineiden, die Cocciden, Chermes, Blattläuse, viele Hautflügler, namentlich Bienen, Gallwespen verhalten sich parthenogenetisch. Bei den staatenbildenden Insecten kommen außer den fruchtbaren Weibchen noch unfruchtbare vor. Die Entwicklung beginnt nicht mit Dotterfurchung, sondern mit Bildung einer Keimhaut mit Primitivstreifen. Die Verwandlung ist vollkommen oder unvollkommen; bei den Cantharidinen kommen mehrere Larvenformen vor. Die Kerfe sind durch ihre Instincte und Kunsttriebe die merkwürdigste Thierklasse, die sich von den niedrigeren Formen der Halbflügler, Hemipteren (zu welchen Läuse, Schild- und Blattläuse, Wanzen, Cicaden gehören), Zweiflügler, Dipteren, zu den vollkommener organisirten Schmetterlingen, Lepidopteren, Hautflüglern, Hymenopteren (Bienen, Wespen, Ameisen &c.), Netzflüglern, Neuropteren, Geradflüglern, Orthopteren (Termiten, Kakerlaken, Heuschrecken, Mantiden), Käfern, Coleopteren erhebt und mächtig in die Oekonomie der Natur eingreift. Zwischen Hemipteren und Orthopteren bestehen gewisse Aehnlichkeiten, Kakerlaken und Wanzen sind beide platt, lästig, übelriechend, Cicadarien und manche Geradflügler haben Stimmwerkzeuge.

1862. Im Kreis der Weichthiere, Mollusca, ist die bilaterale Symmetrie oft sehr gestört, der Leib immer ungegliedert und ohne gegliederte Anhänge, von weicher Schleimhaut bedeckt, und ihr Hautmuskelschlauch bildet sich am Bauche zu einem Bewegungsorgan, dem sogen. Fuß aus. Ober ihm erhebt sich als Hautverdickung der sogen. Mantel, der sehr oft Kalkschalen absondert, der Rumpf ist wesentlich muskulöser Eingeweidesack mit lappenförmigen Anhängen am Munde, so daß die animalen Organe von den vegetativen getrennt in Kopf, Mantel und Fuß gesammelt

sind. Die vollkommeneren Weichthiere haben einen Kopf, die Cephalopoden an diesem einen Kreis von Armen, die morphologisch Mundklappen sind, aber zum Schwimmen, Kriechen, Greifen dienen, während ihr Fuß sich zum sogenannten Trichter umbildet. Bei den Schnecken sitzen am Kopfe Fühler und Mundklappen, der Fuß stellt entweder eine Bauchsohle dar oder einen segelartigen Lappen (Pteropoden), oder zwei flügelartige Seitenlappen (Pteropoden). Bei den Muscheln ist der Leib von den Seiten zusammengebrückt und von zwei großen, zweiklappigen Schalen absondernden Mantellappen umschlossen. Bei den sogenannten Molluscoiden ist der Fuß ganz verkümmert und der verwachsene Mantel bildet entweder einen Sack, der durch zwei Oeffnungen mit dem Wasser communicirt (Tunicaten), oder der Mantel verschmilzt mit der äußeren Haut des Hinterleibes und bildet ein Horn- oder Kalkgehäuse, aus dem der Fühler tragende Vorderleib hervortritt (Brachyzoen). Verdauungscanal mit Mund und After, Schlund, Magen- und Enddarm, Leber groß. Den Brachyzoen fehlen Kreislauforgane ganz, die übrigen Weichthiere haben ein Herz mit Gefäßen, oder, wie die Tunicaten, nur gefäßartige Leibeshöhlen. Aber auch bei den vollkommenen Weichthieren ist das Gefäßsystem nie ganz geschlossen, und durch bestimmte Oeffnungen mischt sich äußeres Wasser zum Blut. Die Weichthiere athmen meist durch Kiemen, seltener durch Lungen, die niedersten nur durch die Haut. Die Brachyzoen und Tunicaten haben nur einen Nervenknoten mit einigen Nervenstämmen, die höheren Weichthiere ein oberes Schlundganglion, Hirn, und ein unteres Fußganglion, ferner ein Mantel-, Eingeweide- und Kiemenganglion als sympathisches System. Die Brachyzoen tasten mit den Fühlern, die höheren Weichthiere mit den Mundklappen oder Mundsegeln, mit Fühlfäden am Mantelrand oder Kopf. Bei den Tunicaten sind die Augen nur Pigmentflecken auf einem Nervenknoten, die höheren Weichthiere haben Augen mit Linse, Regenbogenhaut, Gefäß- und Sehhaut; ihre Hörorgane liegen als geschlossene Blasen meist zu zweien am Fußganglion oder Hirn. Die Molluscoiden pflanzen sich hauptsächlich durch Knospen fort, oder mit Generationswechsel; viele Mollusken sind Hermaphroditen. Die Entwicklung beginnt mit totaler Dotterfurchung, der Embryo entsteht aus dem ganzen

Dotter oder nur einem Theile desselben, und bewegt sich oft mittelst Wimpern rotirend im Ei, die Jungen haben meist eine sehr complicirte Verwandlung. Die als Molluscoiden zusammengefaßten Orpzoen und Tunicaten weichen von den eigentlichen Mollusken sehr ab.

1863. Die erste Classe, Moosthierchen, Bryozoa, begreift sehr kleine Molluscoiden mit Darm, einfachem Ganglion, bewimpertem Fühlerkranz, durch ungeschlechtliche Fortpflanzung moos- oder rindenartige vielzellige Stöckchen auf Körpern im Meere darstellend. In jeder Zelle lebt ein Thierchen, das den Vorderleib mit den Fühlern vor- und zurückziehen kann; die hohlen, mit Blut aus der Leibeshöhle erfüllten Fühler vermitteln die Athmung und stehen um eine kreis- oder hufeisenförmige Scheibe. In deren Mitte befindet sich der oft mit einem Deckel versehene Mund, auf welchen ein Schlundtopf, großer Magen und zurücklaufender Darm folgt. Aus dem Nervenknoten gehen Fäden nach Mundscheibe, Fühlern und Schlund, und bei *Serialaria* findet sich noch ein gemeinschaftliches, alle Individuen eines Stodes verbindendes Nervensystem. Polymorphismus sehr herrschend, denn außer den mit Fühlern und Darm versehenen Individuen kommen sehr einfach gebaute vor, die man früher als Stammzellen, Wurzelranken, Avicularien, Vibracula, Eierzellen bezeichnet hat. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospen oder Keime, geschlechtliche durch Eier und Samen, gewöhnlich im selben Individuum. Im Süßwasser leben nur *Cristatella* und *Plumatella*, der sogen. Hahnenkamm- und Federbuschpolyp.

1864. Die Mantelthiere, *Tunicata*, sind sack- oder tonnenförmig, ihr Mantel hat zwei Löcher, deren eines Wasser und Nahrung ein-, das andere die Auswurfstoffe austreten läßt. Hermaphroditen mit Herz, Kiemen und einfachem Nervenknoten, oft zu Colonieen vereint, festsetzend oder umherschwimmend. Mantel gallertig, lederig, knorplig, oft kristallhell; er entspricht der zweiflappigen Muschelschale und enthält Pflanzenzellstoff. Der in ihm eingeschlossene Eingeweidesack enthält eine mit Athmungswasser gefüllte Höhle, in welcher die Kieme ausgespannt ist. Es sind Augen, Hör- und Tastwerkzeuge da. Darm schlingenartig umbeugend, das Herz bewegt sich bald von vorne nach hinten,

bald umgekehrt, geschlossene Gefäße kommen nur selten vor. Die Mantelthiere sind Hermaphroditen mit ungleichzeitiger Reife von Eiern und Samen, so daß z. B. die Salpen zuerst nur weibliche Thiere sind und erst später auch Hoden erhalten. Die Entwicklung des Embryo erfolgt bei den Seescheiden mit Metamorphose, bei den Salpen und Doliolum mit Generationswechsel; die Colonieen entstehen durch Sprossung. Außer den Salpen, den einfachen und zusammengesetzten Seescheiden u. gehören hieher auch die Feuerwalzen, Pyrosomen, wo zahlreiche Individuen in der Wand eines hohlen Cylinders befestigt sind, der im Meere umherschwimmt und bei Nacht prachtvoll leuchtet.

1865. Die Muschelthiere, Conchifera, sind kopflos, mit zweilappigem Mantel und zweilappiger Schale, getrennten Geschlechts, seltener Hermaphroditen. Auch sie leben sämmtlich im Wasser, die Mehrzahl frei, die Minderzahl durch einen Stiel festsetzend, oder mit einer Schalenklappe an andere Körper festgewachsen. Sie zerfallen in zwei Abtheilungen, die fast eben so richtig als besondere Classen aufgefaßt werden können. Bei den Armklemmern, Brachiopoden, zerfällt der Mantel in einen vordern und einen hintern Lappen, die Schalenhälften sind Bauch- und Rückenschale. Zwei spiralgig gerollte, gefranzte Mundsegel, sogen. Arme, auf einem innern Gerüste dienen zum Herbeiwirbeln von Nahrung, und wirken zugleich als Kiemen; mit Blut erfüllte Leibeshöhlen übernehmen auch einen Theil der Athmung. Fuß und Schalenband fehlen, Deffnen sowohl als Schließen der Schale geschieht deshalb durch Muskeln. Mund zwischen den Armen, Darm gewunden, Herz einammerig, mit Arterien und Venen, ein Schlundring mit mehreren Ganglien, Sinnesorgane unentdeckt. Sie sind getrennten Geschlechts oder Hermaphroditen und ihre bereits beschaltten Larven schwimmen frei im Meere. Eine der ältesten Thiergruppen der Erde, früher unermesslich zahlreich, indem man von Terebrateln bald 1000 Arten kennt, jetzt aussterbend. Bei den Plattklemmern, Lamellibranchiaten, ist der Leib bilateral, gestreckt, von den Seiten zusammengebrückt, ihre Schalen, welche gleich- oder ungleichlappig sind, müssen als rechte und linke aufgefaßt werden, und sind durch ein elastisches Band am sogen. Schlosse verbunden, welches das Deffnen bewirkt, während das

Schließen willkürliche Muskeln vermitteln. Mantel zweilappig, zwischen ihm und dem Fuß ein bis zwei Paar Kiemenblätter. Am Munde zwei Paar Lippensegel. Fuß groß, meist beilsförmig, oft mit Byssus, nämlich einem Büschel Hornfäden zum Anheften. Mantel hinten gewöhnlich mit zwei Spalten, von welchen die obere Cloakenöffnung ist, die untere Athmungswasser und Nahrung in das Thier gelangen läßt, manchmal beide in Röhren verlängert. Innenfläche der Schale gewöhnlich perlmutterglänzend, Gemisch besteht sie aus kohlensaurem Kalk und Conchiolin, einer organischen Verbindung. Die Perlen entstehen durch locale Ausscheidung von Kalksalzen aus dem Mantel oder als Ablagerung um eingebrungene fremde Körper. Der Fuß dient zum Kriechen, Fortschwellen, Anstemmen, Eingraben. Oberes Schlundganglion (Hirn) ziemlich klein, Fußganglion größer, am größten das sympathische Ganglion am hinteren Schließmuskel. Am Fußganglion zwei Hörbläschen, am Mantelrande mancher Muscheln zahlreiche, oft Tausende ausgebildeter Augen. Zum Tasten dienen Mundsegel und Fühlfäden am Mantel und den Athmungsöffnungen. Der unbewaffnete Mund führt in eine kurze Speiseröhre, diese in einen kugelförmigen Magen, auf den ein langer gewundener Darm folgt, der mitten durch das Herz geht und am Hinterende ausmündet. Das Herz ist Arterienherz mit zwei Vorhöfen und zwei Aorten, welche das Blut in zahlreiche Lacunen, die Nieren und Kiemen ergießen, von wo es wieder zum Herzen zurückkehrt. Durch Oeffnungen am Fuße strömt viel Wasser ein, wodurch der Körper aufgeschwellt und durch Ausspritzen wieder abgeschwellt werden kann. In einigen Muscheln, z. B. der Auster, sind dieselben Drüsen zugleich Hoden und Ovarien, erzeugen abwechselnd Eier und Sperma; bei den Flußmuscheln gibt es auch hermaphroditische Individuen. Die Embryonen machen ihre erste Entwicklung in den Kiemen durch, erfahren eine ziemlich Metamorphose und schwimmen einige Zeit mittelst eines Wimpersegels herum, das sich dann in die Mundklappen umbildet. Jedermann kennt die Auster, Herzmuscheln, Wiesmuscheln, Rammuscheln, Flußmuscheln sowie die in beiden großen Océanen vorkommende Perlenmuschel.

1866. Die Schnecken, Cephalophora, haben einen mehr oder weniger deutlichen Kopf, ihr ungetheilter capuzenförmiger, oft kleiner Mantel sondert eine spirallige, selten napfförmige oder schienenartige Schale ab. Der Kopf trägt zwei bis vier Fühler und zwei Augen. Fuß meist groß, zwischen ihm und dem Mantel auf dem Rücken die Athmungshöhle. Eingeweidesack über dem Fuße meist spirallig aufgerollt; ihm paßt sich die Schale an, an welche das Thier durch den Spindelmuskel befestigt ist, und die mit einem periodisch erneuerten oder bleibenden Deckel versehen sein kann. Außer dem Hirn-, Fuß- und Visceralganglienpaar noch mehrere kleinere Nervenknoten. Die Augen fehlen manchmal, die Hörbläschen sitzen gewöhnlich am Fußganglion, zum Theil dienen Fühler, Rippen, Fortsätze des Fußes oder Mantels. Darm gewunden, umbeugend, Leber groß, viellappig, das einammerige Arterienherz treibt das Blut durch wandungslose Räume nach den Kiemen oder Lungen, von wo es wieder zum Herzen zurückkehrt. Durch ein eigenthümliches Canalsystem im Fuße gelangt äußeres Wasser in das Blut, die Niere liegt nahe am Herzen. Geschlechtsorgane an zwei Individuen vertheilt oder in einem vereint, der Embryo rotirt im flüssigen Eiweiß und entwickelt sich ohne oder mit Metamorphose; im letzteren Falle schwimmen die Embryonen mittelst zweier Wimpersegel oder Wimperkränze herum. — Sehr abweichend, einen Uebergang zu den Muscheln bildend, verhalten sich die Röhrenschnecken, Dentaliden; mittelst zweier flügelartigen Fußlappen schwimmen die in unermesslicher Menge auch die nordischen Meere bewohnenden Flossenfüßer, Pteropoden, umher; die Schnecken im engeren Sinne, Gastropoden, leben zum Theil auch auf dem Lande und sind mit einer sehr complicirten feilenartigen Reibzunge zum Zerschneiden der Nahrungsmittel, auch zum Anbohren anderer Seethiere, ausgerüstet; die ausschließlich dem Meere eigenen Dermatobranchier athmen nur durch die Haut, die zahlreiche Gruppe der kammkiemigen Schnecken, welche fast sämmtlich das Meer bewohnen, bildet die Hauptmasse der Conchylienansammlungen; die Lungenschnecken, zu welchen die gewöhnliche Weinbergschnecke, Gartenschnecke, die Nachtschnecken gehören, leben auf dem Lande oder im Süßwasser. Die sämmtlich im Meere hausenden Kielfüßer, Pteropoden, schwimmen mittelst ihres

großen flossenähnlichen Fußes verkehrt, den Rücken nach unten gewendet.

1867. Die vollkommensten Weichthiere sind die Kopffüßer, Cephalopoda, mit immer deutlichem Kopf, Fangarmen um den Mund, bei denen der durchbohrte Fuß den sogen. Trichter bildet. Sie sind Meerbewohner, getrennten Geschlechtes, vom Raube lebend. An ihren starken fleischigen Armen entwickeln sich Saugnapfe, selten Krallen, ihre Mantelhöhle enthält ein bis zwei, selten vier Kiemen, der Trichter entleert das geathmete Wasser, die Zeugungstoffe, Excremente und jenen dunkelbraunen Saft, welchen die sogen. Tintendrüse absondert und den die Thiere in das Wasser ergießen, um sich zu verbergen. Sie sind nackt oder besitzen eine rudimentäre innere Schale oder eine äußere, die ein- oder vieltammerig ist. Die Kammern sind kegelförmig aufgewunden bei den fossilen Turrilites, oder spirallig aufgerollt mit Verührung der Windungen bei den Ammoniten, oder die Windungen bleiben frei und die ganze Schale ist manchmal gerade gestreckt. Schichten von contractilen Farbstoffzellen, Chromatophoren, in der Leberhaut vermitteln einen Chamäleonartigen Farbenwechsel dieser Thiere und eine tiefere Schicht glänzender Flittern das Schillern der Haut. Ein ringförmiger Kopfnorpel als erste Andeutung des Wirbelthierschädels nimmt Hirn, Schlundring, Hörorgane und Augen auf. Mund mit zwei starken Hornkiefen bewaffnet, eine Stachelzunge bergend, Magen kräftig musculus, Darm fast gerade. Nervensystem noch nach dem Schnecken-typus gebildet, aber höher entwickelt und mehr centralisirt. Augen nach dem Modell des Wirbelthierauges, namentlich des Fischauges geformt, aber die Stäbchenschicht liegt im Innern, unmittelbar hinter der dem Glaskörper anliegenden Glashaut. Gehörsäckchen mit Otolithen. Aus dem Herzen, in welches die Kiemenvenen münden, entspringen zwei Aorten; das Venenblut gelangt aus der Hohlvene durch zwei bis vier Kiemenarterien in muscöse pulsirende Erweiterungen dieser, die sogen. Kiemenherzen, und aus den Kiemen durch die Kiemenvenen wieder in das Arterienherz. Gefäßsystem, obschon durch zahlreiche Capillarneze verbunden, doch noch nicht ganz geschlossen; auch bringt durch verschiedene Poren noch äußeres Wasser in das Blut. Ueber die

Geschlechtsverhältnisse und die Hectocotylie siehe S. 1774. Die Eier, durch Kittsubstanz verbunden, werden an Felsen, Balken u. angeklebt, der gefurchte Theil des Dotters bildet eine Keimscheibe auf dem übrigen, zum Aufbau des Embryo verwandten Dotter, auf der der Embryo sich gestaltet, an dessen Kopf noch lange ein Theil des Dotters als äußerer Dottersack hängen bleibt und nur nach und nach in den Leib aufgenommen wird. In der gegenwärtigen Erdperiode nur in verhältnißmäßig geringer Zahl vorhanden, waren die Kopffüßer in früheren Perioden unermeslich zahlreich; manche dieser scheußlichen Thiere erreichen kolossale Größe. — Vier Kiemen haben die Nautiliden und Ammoniten, welche letzteren sämmtlich fossil sind; von den eigentlichen Ammoniten sind fast nur Steinkerne erhalten; im Leben hatten sie Perlmutterglanz und prachtvoll flammige Farben, wie man solche noch manchmal in Rußland findet. Die Zweikiemer haben theils zehn Arme, wie Spirula, Sepia, Loligo, theils acht, wie Octopus, Philonexis, Tremoctopus, Argonauta.

1868. Im höchsten Thierkreise, bei den Kopf- oder Wirbelthieren, Vertebrata, erscheint die seitliche Symmetrie wenigstens innerlich häufig gestört; das Skelet ist stets ein inneres, von den Weichtheilen umschlossenes. Als Embryonen haben alle Kopfthiere eine gallertig knorpelige Wirbelsaite, chorda dorsalis, einen von einer Scheide umhüllten Azenstrang, aber nur bei wenigen niedrigeren bleibt es dabei, bei allen höheren kommt es zur Gliederung und Herstellung von Wirbeln, deren jeder aus dem Wirbelskörper, den Neurapophysen, zwei oberen Bogenstücken für Umhüllung des Rückenmarkes, dann zwei unteren, Hämapophysen, für die Gefäßstämme, und zwei Seitenstücken, Pleurapophysen, besteht, an welche sich die Rippen anfügen, die mit den Rückenwirbeln und dem Brustbein den Brustkorb formiren. Neurapophysen und Hämapophysen werden durch die Dornfortsätze geschlossen. Die Schädelhöhle wird durch Erweiterung der Neurapophysen gebildet, accessorische Knochen stellen Gesicht, Kiemen, Gaumen, Zungenbein und Kiemenbogen dar; nur bei den Wirbelthieren sind Kopf- und Rumpfhöhle getrennt. Eine Wirbelgruppe zwischen Schädel und Rückgrat gibt den Hals, eine andere zwischen Brust und Kreuzbein die Lendengegend; unter ihr folgen die verwachsenen Kreuz-

beinwirbel und dann die beweglichen Schwanzwirbel. Bei allen Kopftieren endigt der Leib in einen mehr oder minder entwickelten Schwanz, während beim Menschen die letzten Rücktenwirbel klein, nach einwärts gekrümmt und verborgen sind. Der Schwanz übernimmt bei den Thieren eine Reihe von Functionen, die beim Menschen durch die Muskeln des Gesichtes und die Glieder ausgeführt werden; er wird zum pantomimischen und Bewegungsorgan, er dient manchmal auch zum Tasten, zum Ergreifen, zum Umschlingen, seine Haare und Federn vermögen sich zu sträuben wie die des Kopfes. Von paarigen Gliedmaßen haben die Kopftiere höchstens zwei Paare, deren vorderes mit dem aus Schulterblättern und Schlüsselbeinen bestehenden Brustgürtel, das hintere mit dem von Darm-, Sitz- und Schambeinen gebildeten Beckengürtel verbunden ist; die Glieder selbst bestehen aus längeren Röhrenknochen und zahlreicheren kürzeren Hand- und Fußknochen. Der bleibende Schädel geht stets aus dem knorpeligen oder häutigen Primordialschädel hervor, theils durch Ablagerung von Kalksalzen, theils durch von ihm hervorstwachsende Knochenstücke, wobei die Knorpelstücke schwinden. Die Haut der Wirbelthiere zerfällt in Lederhaut und Oberhaut; die äußeren Schichten letzterer sind trockener, fester, die unteren, das Malpighi'sche Schleimnetz, weich, lebendig, oft mit Pigmenten versetzt; in ihnen entstehen Haare und Federn. Auch die Lederhaut enthält Farbstoffe, dann Blutgefäße, Nerven, Gefühlswärzchen, und in ihr entwickeln sich Schuppen und Hautschilde. Das Hirn ist bei den Kopftieren am stärksten entwickelt; man unterscheidet die Hemisphären als Vorderhirn, die Vierhügel als Mittelhirn, das Cerebellum mit dem verlängerten Mark als Hinterhirn. Aus Hirn und Rückenmark treten je zwischen zwei Wirbeln die Nervenstämme hervor, aus dem Vorderhirn die Nerven, aus dem Mittelhirn die Sehnerven, aus dem Hinterhirn die Hörnerven; der Geschmack wird durch den Zungenschlundkopfnerv vermittelt. Fast immer ist das sympathische Nervensystem vorhanden. Das Riechorgan ist bei den Kiemenathmern nach hinten geschlossen, bei den Lungenathmern durchbrochen. Die sehr selten fehlenden Augen sind mehr oder minder beweglich, die Hörorgane lassen alle Stufen vom Säckchen mit Otolithen bis zur höchsten Ausbildung erkennen. Der Ver-

daunungscanal, von einer Duplicatur des Bauchfells überzogen und an das Rückgrat befestigt, zerfällt in Mundhöhle, Speiseröhre, Magen und Darm; die Zunge ist in den unteren Classen fast nur Schlingorgan; die Kiefer sind vertical beweglich und die manchmal fehlenden Zähne entweder Auswüchse der Kieferknochen oder verknöcherte Papillen der Mundschleimhaut. Speicheldrüsen, Leber, Pancreas fehlen fast nie, ebenso wenig gesonderte Athmungsorgane mit den respirirenden Capillarnetzen; wahre Stimmorgane aber entwickeln sich nur bei den Lufthathmern. Mit Ausnahme von ein paar Fischen ist das Blut immer roth, und seine Körperchen sind scheibenförmig oder elliptisch. Das Herz, nur bei dem Fischen Amphioxus fehlend, ist bloß venös oder zugleich arteriell, oder unentschiedenen Charakters mit unvollkommenen Scheidewänden, welche demnach Vermischung von Arterien- und Venenblut gestatten. Mit dem Lymphgefäßsystem sind die sogen. Blutdrüsen und die Milz verbunden, Nieren mit Harnleitern, oft auch Harnblase allgemein vorhanden. Wie bei den Mollusken durchbohren Schlund und After die animalen Organe, die auch hier von den vegetativen gesondert sind; nahe am Schlunde liegen die Athmungsorgane, in der Nähe des Afters die Mündungen der Harn- und Geschlechtsorgane. Die Sinnesorgane sind bei den Kopftieren stets im Kopfe concentrirt, wo jedes der ersten Segmente eines enthält; bei den Mollusken sind sie nur in den höheren Formen im Kopfe gesammelt. In diesem Thierkreise kommt nur geschlechtliche Fortpflanzung vor, und die Geschlechter sind mit Ausnahme einiger hermaphroditischer Seebarsche stets getrennt, Hoden und Ovarien meist paarig. Vom Embryo bildet sich immer der Rückentheil zuerst, an welchem das animale Nervensystem liegt, die Bauchhöhle entsteht durch Einbiegung der Keimhaut. Die Entwicklung erfolgt fast immer direct, nur bei den Amphibien und einigen Fischen mit Verwandlung.

1869. Die Kopftiere scheiden sich in niedere und höhere. Die ersteren, zu welchen die Amphibien und Fische gehören, athmen meist durch Kiemen, und ihre Embryonen haben weder Amnion noch Allantois, embryonale Organe, welche der höheren Abtheilung, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren niemals fehlen. Die Allantois, ein embryonales Athmungsorgan, macht Kiemen ent-

behrlich und directe Entwicklung ohne Metamorphose möglich. — Man kann die Fische und Amphibien als die (Kopf-) Beckenthiere, Geschlechtsthiere, die Reptilien als die Bauch- oder Magenthiere, die Vögel als die Brust- oder Lungenthiere, die Säugethiere als die Sinnes- oder (Kopf-) Kopftiere betrachten. Die einzelnen Classen lassen Beziehungen auf einen gemeinsamen Grundplan erkennen: Ornithorhynchus und Echidna haben einen Gabelknochen wie die Vögel, die Hornkieser der Schildkröten erinnern an den Vogelschnabel, die aalartigen Fische ähneln in der Gestalt den Schlangen, der Emu besitzt ein beutelförmiges Organ, das peripherische Nervensystem des Kaninchens stimmt nach Krause in allen wesentlichen Punkten mit dem menschlichen überein. Die Dotterfurchung, bei den Säugethiere total, ist bei den unteren Classen partiell. Die Blutkörperchen der Säugethiere haben keinen Kern, wie jene der unteren Classen ihn besitzen. Bei Amphibien und Säugethiere articulirt der Schädel mit zwei Gelenkhöckern, bei Reptilien und Vögeln nur mit einem. Der Unterkiefer ist bei letzteren beiden Classen viel complicirter als bei den Säugethiere, denen auch der Quadratknochen, Träger des Unterkiefers, fehlt, welcher bei allen vier unteren Classen da ist. Die Vögel haben im Fußbau Charaktere, welche an die Saurier erinnern, während der Fuß der Säugethiere mehr Beziehung zum Schildkrötenfuß hat. — Zwischen den Wirbelthieren und Wirbellosen fehlen nicht alle Beziehungen; Amphioxus wurde von Pallas für eine Nacktschnecke gehalten, und die unteren Wirbelthierclassen fangen mit Formen an, welche an die Würmer erinnern: Cyclostomen, Cäcilioiden, Amphibianiden.

1870. Die Fische, Pisces, sind kaltblütige Wasserthiere mit einfachem venösen Herzen, durch Kiemen athmend, mit Flossen. Leib meist spindelförmig, seitlich zusammengebrückt, seltener walzig, bandförmig, kugelig, scheibenförmig, meist beschuppt. Außer Brust- und Bauchflossen unpaare Flossen in der Mittellinie. Kopf und Brust in einen Cephalothorax ohne Hals verschmolzen. Bei Amphioxus bleibt das ganze Leben die Rückensaite, bei den Myxinoideen kommt es zur Sonderung einer Schädelkapsel vom Rückenmarksröhr, bei den Cyclostomen und noch deutlicher bei den Stören, Seelägen und Doppelathmern sind die Neurapophysen

und Hämaphysen angedeutet, obwohl auch hier noch die Chorda bleibt. Entschieden, ob schon knorpelige Wirbel haben erst Rochen und Haie, ganz verknöcherte, biconcave erst die Knochenganoiden und Knochenfische. Brustbein fehlt, Rippen daher, wenn vorhanden, durch Hautknochen verbunden. Selbst bei den Knochenfischen ist das Hirn stellenweise noch von Theilen des Primordialschädels umschlossen. Die ungemein zahlreichen Schädel- und Gesichtsknochen sind schwer auf die Schädelknochen der höheren Wirbelthiere zurückzuführen; erst bei den Selachiern, Stören und Knochenfischen kommt es zu articulirten Kiefern mit mancherlei accessorischen Knochenstücken, Vorkiemendeckel und Kiemendeckel. Das Kiemen- oder Halsstelet, nur bei den vollkommneren Fischen ausgebildet, besteht wesentlich aus dem Zungenbeinbogen und jeberseits fünf Kiemenbogen, die die Kiemenöffnung bedeckende Haut wird durch Strahlen ausgespannt. Die Bildung der Knochengürtel, welche die Extremitäten tragen, weicht von der der anderen Wirbelthiere sehr ab; für die Brust- und Bauchflossen ist die ungemeine Verkürzung der Ober- und Unterschenkelknochen und die fächerförmige Ausbreitung der Fußtheile charakteristisch; besonders wichtig für die Bewegung ist die Schwanzflosse, welche heterocert heißt, wenn die Wirbelsäule sich bis an die Spitze des größeren oberen Lappens fortsetzt, homocert, wenn sie am Beginn der Schwanzflosse aufhört. Die Seitenmuskeln, welche Krümmung und Streckung bewirken, wodurch das Fortschließen des Fisches im Wasser bedingt ist, sind sehr stark, die Muskeln der Glieder, welche nur zum Steuern dienen, schwach entwickelt. Die Oberhaut der Fische ist glatt und schleimig, die Schuppen, von welchen man Cycloid-, Etenoid-, Placoid- und Ganoidschuppen unterscheidet, sind kleine Knochen der Lederhaut; die oft herrlichen Farben entstehen durch Pigmentzellen, der Metallglanz durch Flittern. Die Schuppen werden von Poren durchbohrt, welche in ein Canalsystem mit Nervenanschwellungen führen, das man für eine Art Sinnesorgan hält. Das Hirn besteht aus hintereinanderliegenden Ganglienpaaren, von Hirnnerven fehlt der Zungenschlundopfnerve und Willisische Nerv; das Rückenmark überwiegt weit das Hirn. Die Augen sind vorn sehr flach, die Krystalllinse ist groß, kugelig, die Iris silber- oder goldglänzend.

Das ziemlich unvollkommene Hörorgan verbindet sich öfters mit der Schwimmblase durch eine Reihe von Knöchelchen oder einen Hautstrang; Amphioxus und die Ringmäuler haben nur ein unpaares Hörorgan. Zum Schmecken dient der weiche Gaumen, zum Tasten dienen Rippen und Cirren. Elektrische Organe finden sich bei Torpedo, Narcine, Gymnotus und Malapterurus. Der Mund, eine Längs- oder Querspalte, ist meist mit außerordentlich verschiedenen, stets erneuerten Zähnen bewaffnet, die Zunge wenig beweglich, Speiseröhre kurz, der Magen weit, der Darm ziemlich gerade, manchmal mit einer Spiralfalte versehen. Die Schwimmblase, morphologisch der Lunge vergleichbar, ist getheilt oder ungetheilt und hauptsächlich ein hydrostatisches Organ. Beim Athmen gelangt das Wasser durch Spalten im Rachen zu den Kiemen und fließt durch die Kiemenlöcher wieder ab. Das Gefäßsystem ist ganz geschlossen, das venöse Herz sendet das Venenblut zu den Kiemen und die Kiemenvenen treten unmittelbar zur Aorta zusammen; manchmal entwickeln sich an der Caudalvene und Pfortader Nebenherzen. Harnleiter und Harnblase liegen hinter dem Darm, die Eierstöcke und Hoden sind sehr groß. Viele Fische kommen um die Fortpflanzungszeit an die Küsten und manche steigen die Ströme hinauf, der Aal aber wandert aus den Flüssen in das Meer und die Brut kehrt im nächsten Frühling in die Flüsse zurück. Die Eier haben immer Bildungs- und Nahrungsdotter; nach partieller Furchung überwächst die Reimhaut mit dem entstehenden Embryo den Dotter, und dieser hängt zuletzt als ein Sack am Bauche des Embryo, bis er aufgebraucht ist. Metamorphose findet sich bloß bei den Röhrenherzen und Lampreten.

1871. Von allen Wirbelthieren weicht durch Mangel des Schädels, Hirns und Herzens das Fischchen Amphioxus ab, welches allein die Ordnung der Röhrenherzen, Leptocardier, bildet, weil pulsirende Gefäßstämme die Stelle des Herzens vertreten. Die Ringmäuler oder Cyclostomen: Lampreten, Priden u., sind Fische mit Saugmund, bleibender Rückensaite und beutelförmigen Kiemen. Die größte Ordnung sind die Knochenfische, Teleostier, mit knöchernem Skelet, ausgebildetem Schädel und Wirbelsäule, freien Kiemen mit Deckel, zu welchen außer den

weniger bekannten Büschelkiemern und verwachsenkieferigen Fischen eine Unzahl allbekannter Gattungen gehören, wie die Welse, Karpfen, Salmen, Hechte, Haringe, Aale, Schellfische, Schollen, Barsche, Panzerköpfe, Meerbrassen, Makrelen, Meergrundeln &c. Bei den Ganoiden ist die Haut meist mit Schmelzschuppen bedeckt, das Skelet knöchern oder knorplig, die Kiemen sind frei, mit Deckel, der Darm hat eine Spiralfalte. Zu diesen in der gegenwärtigen Erdperiode sparsameren meist großen Fischen gehören die Störe und Riffelstöre und von ausgestorbenen die Lepidoiden, Saurioden und die ältesten aller Fische, die Cephalaspiden. Die Selachier haben das Skelet knorplig, das Maul quer, fünf bis sieben Paar Kiemensäcke, im Darm eine Spiralfalte, die Haut statt der Schuppen mit kleinen Knochenkörnern oder mit Knochenstacheln bedeckt und zählen unter sich die Riesen der Classe, grimmige Räuber des Meeres. Hieher die Seelägen, Haie und Rochen. Die Doppelathmer, Dipnoi endlich, erst in neuer Zeit entdeckt, haben Kiemen und Lungen zugleich, was sie in den Stand setzt, in der trockenen Jahreszeit, wo sie sich in die Erde graben, als Amphibien, in der nassen als Fische zu leben. So *Lepidosiren* in Amazonien und *Protopterus* in Senegambien. — Wollte man mit Owen den einzigen Unterschied zwischen Fischen und Amphibien in die bei letzteren nach hinten durchbrochenen Nasenlöcher setzen, so wären die Doppelathmer Amphibien.

1872. Die Lurche, *Amphibia*, sind Kopftiere mit unvollständig doppeltem Kreislauf und kaltem Blut, fußlosem oder mit zwei bis vier Füßen versehenem Leibe, die im unvollkommenen Zustande durch Kiemen, im vollkommenen durch Kiemen und Lungen oder nur durch letztere athmen. Haut glatt, schleimig, Wirbel biconcav, Chorda und Primordialschädel manchmal noch theilweise bleibend. Augen manchmal verborgen, Labyrinth bereits in das Felsenbein aufgenommen, bei den froschartigen auch eine Paukenhöhle, Eustachische Röhre und Trommelfell da. Kachen weit gespalten, Kiefer und Gaumenknochen meist bezahnt. So lange sie nur durch Kiemen athmen, sind Herz und Gefäßsystem wie bei den Fischen, später wird der Kreislauf doppelt und eine Scheidewand im Vorhof trennt Arterien- und Venenblut, welche sich aber in der Kammer mischen, weil diese einfach bleibt. Harn-

und Geschlechtsorgane paarig, in eine Cloake mündend. Befruchtung der Eier immer äußerlich, weil Begattungsorgane fehlen, Dotterfurchung total, Entwicklung mit Metamorphose, wobei das zuerst nur Wasser athmende Thier zu einem Luft athmenden wird. Eier wie bei den Fischen immer ohne Kalkschale. Lebensfähigkeit und Reproductionskraft der im Süßwasser oder an schattigen feuchten Orten lebenden Lurche sind sehr groß.

1873. Wurmförmig, unter der Erde von Insecten lebend, verhalten sich die Blindmolche, Cäcilioiden, Asiens und Amerikas; zu den Schwanzlurchen, Urodelen, mit schlangen- oder eidechsenförmigem Leib mit Ruderschwanz, vier, zwei oder keinen Füßen, zum Theil die Kiemen das ganze Leben behaltend, zählen mehrere amerikanische Sippen, der Riesenmolch Japans, *Cryptobranchus*, der europäische Olm, *Hypochthon*, und unsere Erd- und Wassersalamander. Zu den Froschlurchen, Batrachiern, deren Leib kurz, schwanzlos, vierfüßig ist, gehören außer den Kröschen und Kröten auch die untergegangenen Labyrinthodonten.

1874. Die Reptilien sind kaltblütige Wirbelthiere mit Lungenathmung, zwei unvollkommen getrennten Herzkammern und einfachem Hinterhauptsgelenk. Leib gestreckt, geschwänzt, mit vier, zwei oder keinen Füßen, beschuppt oder gepanzert. Nie eine bleibende Chorda; Wirbel bei den jetzt lebenden mit vorderer Gelenkpfanne und hinterem Gelenkkopf; Rippen zahlreich. Schädel fast ganz verknöchert mit kleiner Hirnkapsel und großem vorragenden Gesichtstheil, dessen Knochen bei den Schlangen verschiebbar sind. Hirnnerven meist vollständig vorhanden. Nebst den Augenlidern häufig noch eine Nidhaut da. Hörorgan mit Schnecke und rundem Fenster, die fußlosen ausgenommen auch mit Trommelfell und Eustachischer Röhre. Rachen mit kegel- oder hafensförmigen Fangzähnen bewaffnet; Darm wenig gewunden, in eine Cloake mündend. Kehlkopf immer mit Stimmrinne, obschon nur gewisse Saurier eine Stimme haben. Scheidewand der Herzkammern nur bei den Krokodilen vollständig, wo auch Lungenarterien und Aorten gesondert sind, während sie bei den übrigen Reptilien aus der rechten Kammer entspringen. Hoden und Eierstöcke denen der Vögel ähnlich, Ei- und Samenleiter treten gesondert in die Cloake. Äußere männliche Begattungsorgane stets da, bei Schlangen

und Eidechsen doppelt; es findet wahre Begattung und innere Befruchtung statt. Die Entwicklung der Eier bleibt mit Ausnahme der Riesenschlangen der Natur überlassen. Dotterfurchung partiell, die Embryonen schließen sich, ähnlich wie bei den Vögeln, vom Dotter ab, die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose. Die Mehrzahl auf dem Lande, am höchsten entwickelt zwischen den Tropen.

1875. Bei den Schildkröten ist der Leib kurz, gedrungen, vierfüßig, von einem Panzer bedeckt, der aus Rücken- und Brustschild besteht, deren Knochen von verhornten Platten der Oberhaut (Schildpatt) bedeckt werden. Hals- und Schwanzwirbel sehr beweglich, die mittleren Wirbel mit dem Rückenschild fest verbunden. Kiefer statt der Zähne mit schneidenden Hornplatten überzogen, Schlüsselbeine und Brustbein fehlen. Zehen bei den Flußschildkröten mit Schwimmhäuten, bei den Seeschildkröten zu Flossen verschmolzen. Träge, stumpfsinnige Thiere, deren Begattung tagelang dauert. Die Schuppenreptilien, Ophibosaurier, haben Schuppen und Schilder, vier, zwei oder keine Füße, doppelte männliche Begattungsorgane und eine quere Afterspalte mit Deckplatte. Bei den Schlangen ist der Leib walzig, fußlos, ohne Brustbein und Schultergürtel, Kiefer- und Gaumenknochen sind beweglich, der Rachen erweiterungsfähig, Zunge tief gespalten, an Kiefern und Gaumen stehen Fangzähne, im Oberkiefer manchmal Furchen- oder hohle Giftzähne. Speiseröhre ungemein dehnbar, Luftröhre sehr lang, mit respirirenden Zellen, linke Lunge rudimentär. Augen ohne Lider, mit senkrechter Pupille, Hörorgan ohne Schallleiter. Die Bewegung geschieht hauptsächlich durch die Wirbelsäule und wird durch die ungemein zahlreichen Rippen unterstützt. Die wurmartigen Typhlopiden oder Wüßbaugen können den Rachen nicht erweitern und ihre Augen sind sehr klein; die Riesenschlangen und Rattern haben weder Gift- noch Furchenzähne, welche letztere bei den meist außereuropäischen Trugnattern vorhanden sind; die Giftschlangen haben bald nur Haken- und Furchenzähne, wie z. B. die Wasserschlangen, Brillenschlange, Schlange der Cleopatra, oder hohle Giftzähne, wie die Vipern. Bei den Eidechsen, Sauriern, ist der Leib gestreckt, meist vierfüßig; der Rachen, weil die Kieferknochen verwachsen sind, kann

nicht erweitert werden. Augenlider, Schulter- und Beckengürtel, Brustbein sind vorhanden, Rippen zahlreich, Hals und Schwanz lang, Zähne nie eingeleist, sondern unmittelbar auf den Knochen stehend, Trommelfell meist unbedeckt. Sie haben wahre Schuppen und Schilde, manchmal Warzen und Stacheln, Hautklämme. Schlangenähnlich, kleinäugig, von unterirdischer Lebensweise sind die Doppelschleichen, Amphibianiden, und zum Theil auch die Scincoiden, zu welchen unsere Blindschleiche gehört; die Chamaeleone haben eine wurmförmige vorschnellbare Zunge zum Insectenfang, die Leguane leben zum Theil von Pflanzen und manche können die Farben ändern, die Geckonen sind nächtliche, an die Molche erinnernde Thiere, zu den Lacertiden gehören unsere einheimischen Eidechsen. Die Wasserechsen, Hydrosaurier, sind große Reptilien des Meeres und Süßwassers, mit eingeleisteten Zähnen, mit Rudersflossen oder Schwimmsfüßen, biconcaven oder converconcaven Wirbeln, gewaltigem Gebiß, zu welchen außer den noch lebenden Krokodilen eine Menge abweichender untergegangener Formen zählen, die nebst solchen, welche zu den Schuppenreptilien gehörten, S. 1820 angegeben sind.

1876. Die Vögel, Aves, sind warmblütige Kopftiere mit vollkommen doppeltem Kreislauf, Lungen- und Körperathmung, zu Flügeln gebildeten Vordergliedern und befiedertem Leib. Knochen hohl, marklos, von den Lungen aus mit warmer, verbünnter Luft gefüllt. Schädelknochen in eine Kapsel verwachsen, ein einfacher Gelenkkopf, Gesichtsknochen in einen mit Hornscheiben bekleideten Schnabel verlängert, Hals sehr lang, beweglich, Rücken- und Lendenwirbel fest verwachsen, Schwanz rudimentär. Der Schnabel des Vogels, ein so einfaches Instrument, dient doch zum verschiedensten Gebrauche: als Zange und Pincette zum Packen und Zerbrechen, als Pfriem zum Durchstechen, als Finger zum Flechten und Weben, als Kelle zum Mauern. Brustbein groß, meist mit Kiel, Beckenknochen und Schulterblätter lang, schmal, Schlüsselbeine zu der sogen. Gabel verwachsen. An der vorderen Extremität ist die Hand verkümmert, an der hinteren sind Fußwurzel und Mittelfuß durch einen einzigen langen Knochen, den sogen. Lauf, vertreten. Flugmuskeln an der Brust sehr stark entwickelt, bei den Laufvögeln hingegen die Schenkelmuskeln; Tausende kleiner

Muskeln sind zur Bewegung der Federn bestimmt, von denen man Contoureffern, Flaumfedern, Dunen, Fadenfedern unterscheidet; die Secretion der Bürzeldrüse dient zum Einreiben des Gefieders. Bei den nicht fliegenden Vögeln sind die Schwung- und Steuerfedern verkümmert. Die Beine sind Gang- oder Wadbeine, letztere oft mit Schwimmsfüßen verbunden. Zum erstenmal füllt nun das Hirn die Schädelhöhle ganz aus, zeigt bei glatter Oberfläche die Haupttheile des Säugethierhirnes, und es sind auch sämmtliche zwölf Hirnnervenpaare da. Die Augen sind nie verkümmert, sondern groß, mit sehr gewölbter Hornhaut, wenig beweglich. Im Hörorgan sind die halbcirkelförmigen Canäle und die Schnecke sehr groß, statt drei Gehörknöchelchen ist nur eines da und von einer Ohrmuschel nur bei den Eulen eine Spur. Riechsinne selten scharf, Zunge mehr Tast-, Fang- und Schlingorgan als Geschmackswerkzeug, an der Speiseröhre entwickelt sich sehr oft ein Kropf, weiter unten ein Drüsenmagen, dann ein Muskelmagen, bei den Körnerfressern noch mit Reibplatten versehen. Harnblase fehlt, an der hinteren Wand der Cloake liegt ein eigenthümlicher Drüsenack, bursa Fabricii. Brust und Bauch, weil das Zwerchfell fehlt, ungeschieden, Scheidewände im Herzen vollständig, statt eines Milchbrustganges zwei. Luftröhre lang, manchmal gewunden, mit oberem und unterem Kehlkopf, in welchem letzteren die Stimme gebildet wird. Bei den Singvögeln entwickeln sich fünf bis sechs Paare kleiner Muskeln zur Spannung der Stimmbänder (Singmuskelapparat). Der Gesang entwickelt sich hauptsächlich zur Paarungszeit und zwar nur bei den Männchen, die in der Regel größer, oft auch schöner gefärbt, mit Federbüschen etc. geziert sind. Äußeres männliches Begattungsorgan fehlend oder rudimentär, von den Eierstöcken nur der linke entwickelt, Eier mit Kalkschale. Dotterspaltung partiell, der Primitivstreifen steht senkrecht zur Längsaxe des Eies. Die Jungen können das Nest bald verlassen (Nestflüchter) oder müssen längere Zeit in demselben von den Alten gefüttert werden (Nesthocker); in denselben Ordnungen, z. B. der Schwimm- und Stelzenvögel, finden sich Nestflüchter und Nesthocker vereinigt. Nicht nur Instincte und Kunsttriebe, sondern auch das bewußte Seelenleben ist sehr entwickelt, weshalb die Vögel zähmbar und unterrichtungsfähig sind.

1877. Die Schwimmbögel haben kurze, weit hinten stehende, bis zur Fußbeuge befiederte Beine, mit Schwimmhäuten, sehr entwickelte Bürzelbrüste und Flaumfederlage. Es finden in dieser Ordnung mancherlei Anklänge an die Singvögel, Hühnerbögel, selbst die Raubvögel statt, und das Flugvermögen ist außerordentlich groß bei den Lariden, Pelicaniden, Sturmvögeln, gering bei den Alken, gar nicht vorhanden bei den Pinguins. Die Stelzenvögel haben lange Wadbeine, die sie im Fluge nach hinten ausstrecken. Am ausgesprochensten ist der Charakter bei den Reiherartigen, während die Hühnerstelzen, Alcedoriden, zu welchen auch unsere Trappen gehören, und auch die Wasserhühner, Rallinen, sich den Gallinaceen nähern; die Hauptmasse der Ordnung bilden die Schnepfen und Strandläufer. Bei den Laufvögeln sind die Flügel zum Fluge ganz untauglich, die Brustmuskeln schwach, daher auch das Brustbein ohne Kiel, die Beine lang und stark, mit sehr kräftigen Schenkelmuskeln. Diese sehr alte Ordnung, zum Theil riesige Vögel enthaltend, ist größtentheils untergegangen, so namentlich die Dubus und Dinorniden; die Strauße, Casuare und der Kiwi-Kiwi sind Reste derselben. Die Hühnerbögel haben einen kurzen, starken, gewölbten Schnabel, die Nasenlöcher von einer Knorpelschuppe bedeckt, die Flügel kurz, gerundet, hohle Krallen zum Scharren, manchmal im männlichen Geschlecht Sporen an den Beinen, vermehren sich stark und sind Nestflüchter. Außer den Fasanartigen, Falschhühnern, Wildhühnern gehören hieher auch die merkwürdigen australischen Megapodiden. Die Tauben haben die Knorpelschuppe der Gallinaceen, aber ihr Schnabel ist schwach, ihre Flügel sind lang und sie leben monogamisch. Bei den Paarzehlern oder Klettervögeln sind zwei Beine nach vorn, zwei nach hinten gerichtet und sie sind Nesthocker, welche meist die warmen Länder bewohnen, von oft prächtigem Gefieder und kreischender Stimme. Außer den Spechten gehören in diese Ordnung die Papageien, Tucans und Kufuke. Die Sing- oder Hüpfvögel sind nur mäßig groß oder klein, ihr horniger Schnabel entbehrt der Wachsheit, und an ihrem unteren Kehlkopf entwickelt sich ein Singmuskelapparat, obschon nicht alle singen. Man kann sie in Schreibvögel, Clamatores, und eigentliche Singvögel theilen, welche durch keine scharfe Grenze

getrennt sind. Hieher die Nashornvögel, Mandelkrähen, Baumläufer, Kolibris, Honigsauger, Schwalben, Segler, Ziegenmelker, Drosseln, Sänger, Meisen, Fliegenfänger, Bürger, Staare, Raben, Lerchen und Finken. Bei den Raubvögeln ist der Kopf groß, der Schnabel stark, an der Spitze hakig, die Wachs- haut sehr entwickelt, die Zunge weich, die Beine sind kräftig mit starken Krallen, die Flügel lang, spitz, der Flug leicht, hoch und schnell. Nachtraubvögel sind die Eulen, Tagraubvögel die Geier, Lämmergeier, Falken und Adler.

1878. Die Säugethiere, *Mammalia*, sind warmblütige Kopftiere, welche ohne Ausnahme lebende Junge gebären und diese mit Milch säugen. Haut von Haaren und deren Modi- ficationen (Wolle, Borsten, Stacheln) bekleidet, selten verhornt, mit Schwielen, Schuppen, Gürteln, oder nackt mit Specklage darunter. Die Hornscheiben der Wiederkäuer, Hörner der Rhinocerosse, Nägel, Klauen, Hufe sind Oberhautbildungen, die Geweihe der Hirsche Hautverknöcherungen, Talg- und Schweißdrüsen besitzt nur diese Classe. Die Knochen sind mit Mark erfüllt. Der Schädel, dessen Knochen durch Nähte getrennt sind, ist mit dem Oberkiefer- Gaumengerüst fest verwachsen, daher nur der Unterkiefer beweg- lich; der Gesichtstheil ragt um so mehr hervor, je niedriger ein Säugethier steht. Die allermeisten haben sieben Halswirbel, die vorderen Rippen heften sich durch Knorpel an das Brustbein; am meisten wechseln die Schwanzwirbel an Zahl und Beweglichkeit. Bei den Cetaceen fehlt mit den Hintergliedern auch das Becken. Schulterblatt breit, Schlüsselbein nur bei Säugethiern mit freierer Bewegung der Vorberglieder da. Der Fuß zeigt große Ver- schiedenheit nach Lebens- und Bewegungsweise, die Zahl der Zehen kann von fünf bis auf einen herabsinken. Die Halbkugeln des großen Gehirns lassen selten das kleine ganz unbedeckt und zeigen bei den höheren Säugethiern, wo auch Hirnballen und Barock- brücke nicht fehlen, deutliche Windungen; das Rückenmark löst sich in der Kreuzbeingegend in eine Masse Nervenfäuste auf (*cauda equina*). Riechhöhlen sehr groß, Nase oft in einen Rüssel aus- gezogen, Augen nur bei der Blindmaus und dem Goldmaulwurf ganz verkümmert, *Sclerotica* ohne Knochenringe, die *Choroidea* bildet öfters ein das Licht stark reflectirendes Tapetum. Ein

äußeres Ohr meist vorhanden, drei Hörknöchelchen, die Schnecke zeigt mit Ausnahme der Monotremen zwei bis drei Windungen. Die Zunge ist wahres Geschmacksorgan, die Zähne sind in Zahnhöhlen eingeseilt und theilen sich wesentlich in Schneide-, Eck- und Backenzähne. Die Speiseröhre mündet unter dem Zwerchfell, welches Brust- und Bauchhöhle scheidet, in den einfachen oder zusammengesetzten, immer häutigen Magen; der Darm scheidet sich in Dünn- und Dickdarm. Lymph- und Blutdrüsen fast immer wohl entwickelt, Harnblase stets vorhanden. Der Hodensack liegt, die Beuteltiere ausgenommen, immer hinter dem männlichen Glied, die Eichen gelangen aus den Ovarien durch die Fallopiischen Trompeten in einen einfachen oder doppelten Uterus, eine musculöse Erweiterung jener, in welcher die Entwicklung der Frucht vor sich geht. Die Männchen sind oft größer als die Weibchen, haben stärkere Stimme, stärkeres Gebiß. Die mikroskopisch kleinen von der zona pellucida umgebenen Eichen erfahren bereits im Eileiter totale Dotterfurchung. Sind sie befruchtet worden, so kommt es zur Bildung des Embryo, der bei der großen Mehrzahl durch sogen. Mutterkuchen, Placenten, mit dem Uterus in Verbindung tritt und mit Ausnahme der Beuteltiere als reife Frucht geboren wird. Psychisch steht diese für den Menschen wichtigste Classe ohne Zweifel am höchsten. Man theilt die Säugethiere in unvollkommnere, ohne oder mit verkümmertem Schwielenkörper im Hirn, mit ganz unbedecktem Cerebellum, zwei Beutelnknochen am Becken, und in vollkommnere, mit Schwielenkörper, theilweise bedecktem Cerebellum und Placenten. Zu ersteren gehören die Cloaken- und Beuteltiere, zu letzteren alle übrigen Ordnungen.

1879. Bei den Cloakenthieren, Monotremen, münden Harnwerkzeuge, Darm und Geschlechtsorgane in einen gemeinschaftlichen Raum (Cloake), die Riefer sind schnabelartig, sie haben einen Gabelknochen, wie die Vögel, Beutelnknochen und leben nur in Neuhoiland. Hieher bloß das Schnabelthier und der Ameisenigel; letzterer besitzt ein Marsupium, welches in der Ordnung der Beuteltiere, Marsupialien, nie fehlt und stets von zwei Knochen gestützt wird. Gleichen an Form, Gebiß und Lebensweise bald Nagern, bald Wiederläuern, Halbaffen, Raubthieren. Nur

in NeuhoUand, Sundainseln und dem wärmeren Amerika. Bei den Walthieren, Cetaceen, fehlen die Hinterglieder und die Vorderglieder sind flossenartig. Haut nackt, Schwanzflosse horizontal. Kopf sehr groß, oft asymmetrisch, Hirn und Augen klein, äußere Ohren fehlen, Oeffnung des Hörgangs mikroskopisch klein. Die größten aller Thiere. Die einen, mit Blasapparat zum Ausstoßen des Wasserdunstes aus den Lungen, leben von animalischen Stoffen, wie die Walfische, Delphine, Pottfische, die anderen ohne solchen, wie die Sirenien (Manati, Dugong) von Pflanzen; deren Magen ist doppelt, und sie nähern sich den Dickhäutern, bei welchen die Haut dick, fast nackt oder borstig ist. Dieselben haben drei bis fünf von Hufen umgebene Zehen, schmelzfaltige oder zusammengesetzte Backenzähne und sind Pflanzenfresser, wie Elephant, Flußpferd, Nashorn, Tapir, Klippschliefer, oder Allesfresser, wie die Schweine. Das untergegangene Dinotherium scheint zwischen Elephanten und Sirenien in der Mitte zu stehen. Bei den Einhufern findet sich an allen Füßen nur eine Zehe, von einem breiten Huf umschlossen. Die hieher gehörigen Pferde und Esel gehören in der gegenwärtigen Erdperiode nur dem Ostcontinent an; sie werfen nur ein Junges. Die Wiederkäuer haben den am meisten zusammengesetzten Magen, im Oberkiefer keine Schneidezähne, haben im seitlich verschiebbaren Unterkiefer meist acht, während die Eckzähne fehlen, die Backenzähne schmelzfaltig sind. Sie besitzen zwei Hufe und oft Hörner oder Geweihe. Für die menschliche Cultur sind am wichtigsten geworden das Schaf, Rind, die Ziege und das Kameel, deren Zähmung in die vorgeschichtliche Zeit zurückgeht. Hieher auch das zahlreiche Geschlecht der Hirsche und Antilopen so wie das Moschusthier. Die Zahnarmen, Edentaten, entbehren stets die Schneidezähne, öfters auch die Eckzähne oder selbst noch die Backenzähne. Ihr glattes Großhirn läßt das Kleinhirn oft unbedeckt. Gewaltige Krallen dienen ihnen zum Graben oder Anhängen. Diese tropischen, trägen, wenig zahlreichen Thiere (Ameisenbär, Gürtelthier, Schuppenthier, Faulthier) scheinen im Aussterben begriffen. Dem Heer der Rager, Glirinen, fehlen die Eckzähne, die großen Schneidezähne wachsen immer von der Wurzel aus nach, der Unterkiefer ist zum Magen von vorn nach hinten verschiebbar, die Zunge stachlig, das Hirn

glatt. Die Mäuse, Ratten, Wühlmäuse, Hasen, Eichhörnchen, Murmelthiere, Viber u. zeigen zum Theil Kunsttriebe, welche an die der Vögel erinnern. Klein und wenig zahlreich sind die Kerffresser, Insectivoren, welche das Gebiß der Carnivoren haben, nur sind ihre Eckzähne klein. Sie leben unterirdisch und nächtlich und umfassen die Familien der Maulwürfe, Spitzmäuse und Igel. Die Rudefüßer oder Pinnipedien gleichen im Gebiß ganz den Carnivoren, aber haben Flossenfüße an ihrem spinselförmigen Leibe und leben, mit Ausnahme der im caspischen und Aralsee, Resten alter Meere zurückgebliebenen, sämmtlich in der See. Zu ihnen gehören Robben und Walrosse. Bei den Raubthieren oder Carnivoren sind die Eckzähne und Krallen, die Sinnes- und Bewegungswerkzeuge am meisten ausgebildet. Die Bären, Marder, Dacke sind Sohlenläufer, die Biverren, Hunde, Hyänen und Katzen Fingerläufer. Auch die Fledermäuse, Chiropteren, haben das Gebiß der Carnivoren, besitzen aber eine Flughaut zwischen den ungemein langen Fingern der Vorderglieder, den Hintergliedern und dem Schwanz. Diese Nachtthiere leben theils von animalischen, theils von vegetabilischen Stoffen, die Vampyre von Blut, welches sie schlafenden Thieren und Menschen ausaugen. Das Gebiß der Halbaffen, Prosimiarien, steht zwischen dem der Kerf- und Fleischfresser; die Vorderglieder haben Hände, die Hinterglieder Greiffüße. Diese großäugigen nächtlichen Thiere leben auf Madagaskar und in Südasiën; der Flugmaki hat eine als Fallschirm dienende Flughaut zwischen Gliedern und Schwanz. Die Affen, Simiarien, besitzen alle drei Zahnarten, die meist längeren Vorderglieder endigen in Hände, die hinteren in Greiffüße, der Schwanz ist oft zum Greif- oder Wickelschwanz ausgebildet. Diese kaum die Tropenzone überschreitenden Thiere zerfallen in die Gruppe der Krallenaffen, Saguims, deren Gehirn ohne Windungen ist, der Plattnasen (mit 36 Zähnen), beide amerikanisch, und der Schmalnasen (mit 32 Zähnen), Asien und Afrika angehörend. Die menschenähnlichsten Affen sind der Orang, Chimpanse und Gorilla, dessen Schädel viel thierischer ist als jener der beiden anderen, während das übrige Skelet am meisten dem des Menschen gleicht.

1880. Die verschiedenen Ordnungen der Säugethiere zeigen

vielfache Verwandtschaften und Anklänge: Galeopithecus verbindet die Lemuren mit den fliegenden Eichhörnchen und entfernter mit den Fledermäusen; unter den Lemuriden gibt es solche, welche an Raubthiere oder Nagethiere (so Chiromys) erinnern; unter den Beuteltieren sind Gestalten, welche den Carnivoren (und zwar Sohlen- und Fingerläufern), ferner den Nagern oder Wiederkäuern entsprechen; die Insectenfresser zeigen Verwandtschaft mit den Nagern, die Hasen und Hufnager erinnern an die Pachydermen (Hyrax) und Wiederkäufer; der Hase soll selbst wiederkauen. Viber und Ondatra, Hydrochoerus, haben einige Züge mit den Ottern gemein; die Pinnipeden entsprechen im Wasser den Fingerläufern unter den Landraubthieren, die Sirenen den Perissodactylen Owen's, die Monotremen verbinden die Beuteltiere mit den Zahnarmen. Einen Anklang an die Fische geben die Walthiere, an die Reptilien die Zahnarmen, an die Vögel die Fledermäuse.

1881. Owen hat die Elephanten unter dem Namen Proboscidea zu einer eigenen Ordnung erhoben. Der Klippschliefer, Hyrax, ist den Nagern äußerlich ähnlich, weicht aber gleich dem Elephanten durch die Placentarbildung von den Dickhäutern und Wiederkäuern ab, deren bisherigen Bestand Owen aufgelöst hat. Seine Artiodactylen haben paarige Zehen und 19 Dorsolumbarwirbel; einfach ist der Magen beim Flusspferd, Schwein, Anoplotherium, zusammengesetzt bei den Wiederkäuern. Die Perissodactylen haben 5, 3 oder 1 Zehe, 22 oder mehr Dorsolumbarwirbel und stets einfachen Magen; hieher die Pferde, Nashörner, Tapire, Palaeotherium, Lophiodon, vielleicht auch Toxodon.

Die geographische Vertheilung der Thierwelt.

1882. Das unermessliche Heer der Thiere ist über alle Räume des Erdbplaneten verbreitet, wenn sie nur irgend noch die Bedingungen des Lebens bieten, und die Vergangenheit hatte nur dürftige Vorstellungen von den Zahlenverhältnissen dieses Heeres. Linné kannte wenige Tausende von Thierarten, 1841 konnte man die Zahl der in der Literatur und in den Sammlungen vorhandenen Arten auf etwa 100,000 schätzen, Bronn nahm

1858 von jetzt lebenden Thierarten 112,850 an, wovon 83,275 der Luft, 25,900 dem Seewasser, 3675 dem Süßwasser angehören, immerhin respectable Zahlen, die aber weit hinter der Wirklichkeit zurückbleiben. Man kennt jetzt von Käfern allein über 80,000 Arten, von Gerabflüglern 5000, Netzflüglern 1000, Hautflüglern 15,000, Schmetterlingen 12—15,000, von Zweiflüglern und Halbflüglern je 12,000, von Tausendfüßern über 600, Arachniden 7000, Crustaceen gegen 10,000. Man kennt ferner etwa 2100 lebende und 800 ausgestorbene Säugethiere, von Vögeln sind etwa 8000 lebende (und 200 fossile) Arten beschrieben, von Fischen wenigstens ebenso viel, aber die Zahl der in den Sammlungen vorhandenen noch unbeschriebenen ist wohl ebenso groß, und die Zahl der überhaupt vorhandenen Fische mag über 20,000 Arten betragen, wie denn Agassiz allein für den Amazonenstrom und seine Zuflüsse 2000 Arten annimmt. Mac Leay wollte die Zahl der auf der Erde vorhandenen Insectenarten auf 400,000 setzen, und neuere Entomologen sprechen sogar, wohl zu hoch greifend, von einer Million. Jedenfalls beträgt die Zahl der jetzt auf der Erde lebenden Thierarten mehrere Hunderttausende.

1883. Die Zahl der Individuen vieler einzelnen Arten spottet jeder Berechnung. Unermesslich ist schon die Zahl mancher Seebögel und Fische, — aber wie viele Individuen der nadelkopfgroßen Noctiluca mögen nöthig sein, um das Meer meilenweit mit Lichtschein zu erfüllen, wie viele für die stunden- und tagelangen Schwärme der Heuschrecken und Wanderameisen, oder jenen Zug von Entenmuscheln im stillen Ocean, durch den Hind's Schiff 322 engl. Meilen segelte, oder für den von Rittlig im gleichen Ocean gesehenen Quallenschwarm, der das Meer zwei Tagereisen weit bedeckte. *Cetochilus australis*, ein linienlanges röthliches Krebschen, ein Hauptfutter des südlichen Walfisches, färbt öfters das Wasser im antarktischen Ocean so weit das Auge reicht. Der mikroskopischen Thiere nicht zu gedenken.

1884. Die Thiere verbreiten sich über die Schneegrenze hinaus, in die Tiefen der Meere hinab, in die kältesten wie in die heißesten Gegenden, und viele leben auf und im Inneren der organischen Wesen. Sie nehmen zu von den Polen gegen den Aequator an Zahl der Arten, Mannigfaltigkeit der Bildung, Glanz

der Farben und Lebhaftigkeit der Zeichnungen. Jede Art hat ihren Verbreitungsbezirk, dessen Süd- und Nordgrenze hauptsächlich durch die Isothermen bedingt ist, während die Höhen- und Klimatischen Verhältnisse die Ost- und Westgrenze bestimmen. Manche Arten kommen nur in beschränkten Bezirken, auf einzelnen Inseln vor, andere dehnen sich über ganze Continente, ja über die ganze Erde aus und heißen dann kosmopolitische Thiere.

1885. Sehr hohe Gebirge hindern die Verbreitung fast immer mehr als Wüsten und breite Gewässer, weshalb z. B. die Thierwelt Südamerikas im Osten und Westen von den Cordilleren so verschieden ist. Sehr tiefe Meeresarme lassen erkennen, daß zwischen den Ländern, welche sie begrenzen, vielleicht nie ein Zusammenhang bestanden hat, weshalb z. B. die durch eine tiefe Meeresstraße geschiedenen großen und kleinen Sundinseln eine so abweichende Fauna haben.

1886. Die Verbreitungsbezirke wechseln nach Zeit und Umständen, erweitern und verengern sich. Die jetzige Vertheilung der Thierwelt wurde im Laufe unermesslich langer Zeiten herbeigeführt durch Aenderungen der Land- und Wasservertheilung, Erhebung und Senkung, Klimawechsel, anderen Pflanzenwuchs, Wanderungen und durch den Einfluß des Menschen. Die Wanderungen auf dem Lande sind in erster Instanz durch die Reliefverhältnisse bedingt; der Ostcontinent ist durch Bergketten und Wüsten von Ost nach West in Zonen mit verschiedenem Klima geschieden, so daß die Thiere (und auch der Mensch) hier vorzugsweise von Ost nach West, in Amerika hingegen von Nord nach Süd wanderten. Die zoologische Physiognomie der einzelnen Länder hat sich hienach ungemein verändert, viele Thiere sind aus ihren früheren Wohnsitzen verdrängt, zum Theil ausgerottet worden.

1887. In Gegenden von gleicher mittlerer Jahreswärme und ähnlichem Klima findet sich oft eine verwandte Thierbevölkerung, so im mittleren Europa, dem gemäßigten Nordasien und Nordamerika, in den Alpen, Pyrenäen und Himalayah. Und zwar kommt die Verwandtschaft durch identische oder verwandte Arten, entfernter durch verwandte Sippen und Familien zu Stande.

Formen, welche gewissen anderen ferner homologer Gegenden entsprechen, nennt man vicarirende.

1888. Die geographischen Reiche, in welche man auch die Thierwelt gruppiren kann, sind noch weniger scharf begrenzt als die geographischen Reiche der Pflanzenwelt. Es gibt Mittelregionen, wo Thiere verschiedener Reiche sich mischen, wie man denn in Mexico neben nordischen Raubthieren, Fehern und Enten, brasilianische Vögel, Affen, den Jaguar findet, in Aegypten Rinder neben Gazellen, Marber neben Schneumon und Hyäne, nordische Schwalben neben tropischen Falconiden, das Prokobil neben unserem Frosch, Kugelfische, Schmelzschupper und den elektrischen Wels neben unserem Karpfen.

1889. Beim Besteigen hoher Gebirge begegnet man ähnlichen Verhältnissen wie bei der Reise aus südlichen in nördliche Länder; in beiden Fällen nimmt die Menge und Vollkommenheit der thierischen Organismen ab, bis man in den Eismüsten der Gebirge und des hohen Nordens zuletzt nur noch sehr wenige Geschöpfe mit kümmerlichem Dasein trifft. Thiere, welche bei uns in tiefen Gegenden leben, steigen in wärmeren Gegenden auf die Gebirge hinauf. In der schweizerischen Schneeregion leben noch 32 Thierarten, die stets dort bleiben, 18 Insecten, 13 Arachniden und die Schnecke *Vitrina diaphana* var. *glacialis*. — Eine eigene Fauna lichtscheuer Thiere, zum Theil mit verkümmerten, selbst fehlenden Augen hat die Höhlen zu ihrer Wohnstätte ausgewählt.

1890. Noch weniger scharf begrenzt als die Verbreitungsbezirke der Landthiere sind die der Wasserthiere, weil das Wasser sich allmäliger erkaltet und erwärmt, weil die Temperaturunterschiede in demselben weniger differiren, endlich wegen der relativen Schrankenlosigkeit des flüssigen Elementes. Das System der Meeresströmungen bewirkt unaufhörlich Mischung der kälteren und wärmeren Wassermassen, und weil es die Verbreitung der Thiere nach gewissen Richtungen begünstigt, nach anderen hemmt, weist es ihnen bestimmte Bahnen an. Das Meer verhält sich umgekehrt wie die Gebirge, je weiter man in seine Tiefen hinabsteigt, desto sparsamer werden die Thiere, deren größte Menge näher an der Oberfläche lebt, wo namentlich an den Küsten,

den Koralleninseln, in den Sargassofeldern sich eine unbeschreibliche Fülle thierischer Wesen beisammen findet. Namentlich mikroskopische Thiere leben noch in sehr großen Tiefen, an Spitzbergen noch in 15,000 Fuß, im indischen Ocean in noch größeren Tiefen.

1891. Fühlbarer als im Meere machen sich die geographischen und klimatischen Unterschiede im Süßwasser, obschon hier wegen einer Menge anderer Umstände die Thierbevölkerung der verschiedensten Gegenden doch viel minder different ist als jene des Landes, wie denn die Crustaceen und Insecten der brasilischen und europäischen Süßwässer ähnlich sind. Im Süßwasser fehlen übrigens eine Anzahl Thierclassen und Ordnungen ganz, so die Polychyten und Foraminiferen, dann die Stachelhäuter und Cephalopoden, oder sind nur durch äußerst wenige Formen vertreten, wie die Quallen und Bryozoen, die Walthiere, Raubthiere, Dicksäuter.

1892. Man kann die Landthiere in 13 geographische Reiche vertheilen. Das arktische Reich oder jenes der Pelzthiere und Schwimmvögel breitet sich um den Nordpol aus und endigt nach Süden etwa mit der Aequatorialgrenze des Reithieres. Das Reich des Wolfes, braunen Bären und der Falconiden umfaßt Mitteleuropa bis zu den Alpen und dem Balkan, das südliche Sibirien, Amurland und Nordchina. Das Reich der Pferde, Kameele und Steppenvögel begreift die europäischen und asiatischen Steppenländer und Plateaus; das Reich des Löwen und der Geier die Länder um das Mittelmeer, Vorderasien und Persien. Das fünfte Reich im tropischen und südlichen Afrika nebst Arabien bezeichne ich als jenes der Wieberkauer, Dicksäuter und des Straußes; das sechste, Madagaskar, als das der Halbaffen oder Lemuriden. Das siebente Reich, Indien mit den südlichen und den westlichen Sundainseln, ist durch den Tiger, die schmalnasigen Affen und Nashornvögel charakterisirt; das achte, Mittelchina und Japan umfassend, durch die Phasianiden und den Riesenmolch. Dem Westcontinent gehören drei Reiche an: das des Bisons, der Rager und Schildkröten in Nordamerika mit der Hochebene von Anahuac, das des Jaguars, der breitnasigen Affen, Zahnarmen, Colibris und Insecten im tropischen Amerika, und endlich das Reich der Auckienien und des Condors im südlichsten

Amerika und auf den obersten Stufen der Cordilleren. Das zwölfte Reich in Australien mit den östlichen Sundainseln erfüllen die Beuteltiere, der Emu, die Paradiesvögel und das dreizehnte, das polynesische Reich, die verkümmerten meist untergegangenen Vögel, dann die Megapodiden und Tauben.

1893. Die Meerthiere wären in neun Reiche zu vertheilen, deren erstes im nördlichen Eismeer den Walthieren und Ruderfüßern angehört, während das zweite im südlichen Eismeer die Pinguins und Crustaceen einnehmen, das dritte, das Reich der Matrelen, Schellfische und Häringe, den nördlichen atlantischen Ocean begreift. Das Reich des Manati und der Seeschildkröten erfüllt den tropisch atlantischen Ocean mit dem Antillenmeer, während der südliche atlantische Ocean das Reich des Seeleopards und der Rüsselrobbe genannt werden kann. Das sechste Reich der Meerotter und des Seebären findet sich im nördlichen stillen Ocean, das siebente im tropischen stillen Ocean kann Reich der Schuppenslosser und Korallenthier heissen. Der indische Ocean mag als Reich des Dugongs, der Seeschlangen und Mollusken bezeichnet werden, und der südliche stille Ocean, das neunte Reich, als jenes des antarktischen Walfisches und der Ohrrobben. Um die Darstellung der gegenwärtigen geographischen Verbreitung der Thierwelt hat sich vorzüglich (Schmarda*) verdient gemacht; eine etwas eingehendere Schilderung, als im vorliegenden Buche möglich war, habe ich an einem anderen Orte gegeben.***) — Unendlich schwerer sind die Veränderungen zu entwickeln, welche die Vertheilung in den verschiedenen Erdperioden erfahren hat, bis sie ihren gegenwärtigen Bestand erlangte. Noch viel complicirter wird diese Aufgabe, wenn die Anhänger Darwin's auch hier dessen Theorie geltend machen wollen, wenn die Abstammung der Thierarten voneinander als Ausgangspunct für die geographische Verbreitung betrachtet werden will. Es wird hier das Meiste noch lange Zeit und Vieles für immer ungewiß bleiben.

*) Die geographische Verbreitung der Thiere, 3 Abth., Wien 1853.

**) In Westermann's illustrierten Monatsheften, 1869 Juli.

VII. Der Mensch und die Menschheit.

A. Physische Verhältnisse des Menschen.

1894. Der Mensch ist sowohl die höchste organische Form der Erde und, weil in ihm der selbstbewußte Geist lebt, wohl auch die letzte, als nicht minder der Maßstab und das Maß der Dinge, der Vergleichungspunct für alle übrigen Wesen, deren Eigenschaften und Kräfte sich in einem gewissen Sinne in ihm vereinigt finden. Daher konnte Theodorus (bei Theodoret quaest. 20 in gen.) schreiben, „Gott habe zuletzt *ὀνδεσμον ἀπάντων τὸν ἀνθρώπον* geschaffen“, und St. Augustin: *Nullum est creaturae genus, quod non in homine possit agnosci.*

1895. Ueber die Entwicklungszustände und früheren Formen des Menschen wissen wir nichts. Es ist zwar sehr leicht, eine Reihe von Thierformen anzugeben, die der Mensch durchlaufen hätte, von den Urbläschen an bis zu den niedrigsten Wirbelthieren; wie er hier anfangs einem Amphioxus ähnlich war, dann einer Lamprete, einem Haifisch, Protopterus, Fischmolch, Salamander, dann einem Schnabelthier, Beuteltier, Halbaffen, Schwanaffen, anthropoiden Affen und endlich zum Urmenschen wurde, der noch tiefer als ein Papua stand. (Häckel.) Es sind dieses willkürliche Behauptungen, bei denen der Phantasie der freieste Spielraum vergönnt ist. — Viel wahrscheinlicher ist es, daß für den Menschen, den immanenten Zweck und das Ziel der ganzen irdischen Entwicklung, bereits unter den ersten Urkeimen

solche erzeugt wurden, welche prädestinirt waren, nach einer unermesslich langen Zeit in einer speciell ihnen zukommenden Reihe von Entwicklungsformen die höchste Stufe der Organisation zu erreichen, als daß der Mensch bloß durch zufällige günstige Umstände, durch Abstammung auf gewöhnlichem geschlechtlichen Wege und durch natürliche Züchtung aus anthropoiden Affen hervorgegangen wäre. Sollten je Reste früherer Metamorphosenstufen des Menschen aufgefunden werden, so würden wir sie doch kaum als solche erkennen.

1896. In seiner gegenwärtigen Form ist der Mensch bereits in der Tertiärzeit dagewesen. Hat er mit *Elephas meridionalis* zusammen gelebt, wie Lyell für möglich hält, so wäre er doch so jung oder modern, daß er kaum bis an den Anfang der nachpliotänen Zeit zurückreichte. (Auf die britischen Inseln ist er während der Zeit gekommen, wo diese zum zweitenmal mit dem europäischen Continent zusammenhängen, entweder mit dem *Mammoth* und dem wolligen Nashorn, oder mit *Elephas antiquus*, *Rhinoceros hemitoechus* und *Hippopotamus major*.)

1897. Als der älteste bis jetzt bekannte Menschenschädel galt der aus der Engihoultshöhle, der Engißschädel, aber Bourgeois und Delaunay legten 1867 in Paris in den Miokänschichten von Maine-Loire und Loire-Cher gefundene bearbeitete Knochen von *Halitherium* mit sehr deutlichen Einschnitten von Feuersteinsmessern und viele zugeschlagene und geschärfte Feuersteine, noch plumper als die Artefacte von Abbeville, vor. Der Mensch hätte also, wenn dieses richtig ist, schon in der Mitte der Tertiärzeit gelebt, zusammen mit *Dinotherium*, *Halitherium* und dem großen Affen *Dryopithecus Fontani*, der mindestens so groß wie der Gorilla, aber nach B. und D. menschenähnlicher war, wie dessen Reste in den Miokänschichten von St. Gaudan erweisen sollen.

1898. Nach Dupont fand man grobes Töpfergeschirr in der Höhle von Pandres, Depart. du Gard, ebenso in Franken mit den Knochen des Höhlenbären und der Höhlenhyäne, welche der Renntierzeit vorhergingen. In belgischen Höhlen fand er zwei menschliche Kiefer, einen aus der *Mammoth*-, den anderen aus der Renntierzeit. Ersterer aus dem Trou de la Naulette, mit Knochen des Murmelthieres, *Mammoth*, Nashorns, Renk,

der Gense, hat fast kein Kinn, ist ungemein prognathisch und zeigt in den Alveolen (die Zähne fehlen) den Typus des Affenkiefers, indem die Alveolen vom ersten zum zweiten und dritten Backenzahn an Größe zunehmen; die Alveole des Weisheitszahnes hat den Eindruck von fünf Wurzeln. Beim Menschen nehmen sonst die Backenzähne von vorn nach hinten an Größe ab; so daß der Weisheitszahn am kleinsten ist.

1899. Der Engischädel, von Malaise in Lüttich 1860 in der Engihoullhöhle mit ausgestorbenen Thierknochen gefunden, von Elephanten, Nashörnern, dem Höhlenbär, Tiger, der Hyäne, aber auch mit Resten lebender Thiere: des Bären, Hirsches, Wolfes, Fuchses, Vipers, nähert sich doch sehr dem arischen Typus. Viel roher und thierähnlicher ist der obschon jüngere Schädel aus dem Neanderthal bei Bonn, von Fuhlrott entdeckt. Er ist ungemein lang, schmal und außerordentlich flach in Folge der außerordentlichen Abplattung des hinteren Hirnlappens. Die Augenbrauenbogen sind ungemein entwickelt, die Augenhöhlen affenähnlich nach vorn verlängert, die Hirnschale sehr niedergebrückt, das Hinterhaupt abgeflacht — alles Verhältnisse, wie man sie übrigens auch jetzt bei manchen Wilden, z. B. den Australiern, findet. Auch hat dieser Schädel immer noch etwa 75 engl. Kubitzoll Inhalt, der größte Gorillaschädel nur $34\frac{1}{2}$. Ende 1867 fand man in Californien bei Angelo, Calvarus County, einen Menschenschädel in 130 Fuß Tiefe, von abwechselnden Schichten von Lava und Kies in der untersten Kiesschicht. Die Knochen sind auffallend dick, sonst ganz normal. (Whitny.)

1900. Viel minder alt sind die menschlichen Reste in der Grabgrotte von Aurignac am Nordabhange der Pyrenäen, zu deren Entdeckung ein Raminchenbau führte; es war eine Begräbnishöhle, durch eine Steinplatte geschützt, mit 17 Skeleten jeden Alters, die einer kleinen Menschenrasse angehörten, aber leider vor der näheren Untersuchung zerstreut wurden. Unter den Knochen ausgestorbener Thiere fand man unabgenagte, beim Begräbnisschmaus den Leichen beigelegt, um ihnen zur Nahrung auf der Reise in die andere Welt zu dienen, auch einen Steinhammer zur Bearbeitung der Steinmesser.

1901. Nach dem dänischen Alterthumsforscher Worsae läge

das Steinalter Europas 3000 Jahre von jetzt an zurück; das Bronzealter habe wahrscheinlich schon 5—600 Jahre v. Chr. bestanden. Nach Grewingt hätte in den Ostseeprovinzen das Steinalter bis in das 6. Jahrhundert n. Chr., das Bronzealter bis in das 13. Jahrhundert gebauert. — Offenbar haben die verschiedenen Völker ihr in verschiedene Zeiten fallendes Stein-, Bronze- und Eisenalter. Das Steinalter in Dänemark fiel mit der Zeit zusammen, wo die schottische Kiefer hauptsächlich dort die Wälder bildete, zum Theil auch noch mit der folgenden Periode der Eiche. In der Zeit der Eichenwälder hatten die Menschen daselbst bereits Schwerter und Schilde von Bronze, wie sie in den Torflagern gefunden werden, während in der letzten Periode, der Buche, das Eisen herrschend ward.

1902. Das Alter der Pfahlbauten ist bis jetzt unbestimmt; man weiß nur, daß die jüngsten bis an den Anfang der christlichen Aera reichten. Morlot berechnete für die Ablagerung bei Villeneuve angeblich aus der Steinperiode mit darüber liegenden Schichten aus der Bronze- und Römerzeit, höchst übertrieben, ein Alter von 5—7000 Jahren*); Trophon schreibt den Pfahlbauten bei Chamblon am Neuenburgersee, welche der Bronzezeit angehören, ein Alter von wenigstens 3300 Jahren zu; Gilliéron einer Ansiedlung zwischen Neuenburger- und Bielersee, welche früher verbunden waren, sogar 6750 Jahre. Wahrscheinlich älter als die schweizer Pfahlbauten sind die in Mecklenburg und die menschlichen Reste in den dänischen Torfmooren. — Die Crannoges in Irland, künstliche Inseln aus ins Biered gefügten Baumstämmen mit Erde dazwischen, ruhen nie auf Pfählen oder Plattformen wie die Pfahlbauten und enthalten viele Knochen und Geräthe aus der Stein-, Bronze- und Eisenzeit.

*) Uhlmann, über Thierreste und Gebißtheile in den Schuttablagerungen der Tinière bei Villeneuve am Genfersee, weist ausführlich nach, daß in denselben jedes die Steinperiode charakterisirende Fundstück fehle und die so hohe Zahlenresultate gebenden Berechnungen Morlot's als vage Täuschung dahinsinken. Die Knochen gehören jedenfalls nicht der Steinzeit, kaum der Bronzezeit an, sondern sind wahrscheinlich noch neuer. Mittheilungen der Berner naturforsch. Gesellschaft von 1868.

1903. Die fossilen Reste von Affen haben die Klust zwischen ihnen und dem Menschen bis jetzt nicht auszufüllen vermocht;

Dart's Dryopithecus Fontani steht wahrscheinlich dem Menschen ferner als die jetzt lebenden anthropoiden Affen, war ein Gibbon, fast von Menschenhöhe, 1856 im oberen Miozän bei Sansan am Fuß der Pyrenäen gefunden, später auch bei Eppelsheim in Rheinhessen. Lyell meinte zwar, nach Darwin's Fortschritts-theorie seien es nicht diese miozänen Schichten, sondern die pliozänen und nachpliozänen in mehr am Aequator gelegenen Gegenden, in denen wir am meisten hoffen dürfen, später einige Arten höher organisirter Affen als Gorilla und Chimpanse zu finden, — aber diese wären dann ja jünger als wahrscheinlich der Mensch ist.

1904. Zu den Zoologen, welche die Kluft zwischen Menschen und Affen möglichst auszufüllen suchen, gehört Huxley, der die behauptete Vierhändigkeit der Affen widerlegte, bei welchen der Knochenbau der Hinterglieder jenem des Menschenfußes entspreche; er läßt auf seine erste Familie „des Thierreichs“, die Anthropini, unmittelbar die Catarrhini folgen. Aber die Profile des Menschen und der anthropoiden Affen sind wegen der außerordentlichen Entwicklung des Hirnkastens beim Menschen ungemein verschieden; alle Säugethierschädel ruhen nur auf dem Unterkieferrand, der Menschenschädel auf der hintern Hälfte des Unterkieferrandes und zugleich auf der Hinterhauptfläche. Beim Menschen liegt der höchste Punkt des Profils in der Wölbung der Stirn, bei den Thieren im Scheitel; bei ersterem bildet das Antlitz nur $\frac{1}{3}$, der Hirnkasten $\frac{2}{3}$ des Schädels, an dem kein Zwischenkiefer da ist, welchen die anthropoiden Affen wie alle Säugethiere haben. Der Unterkiefer der anthropoiden Affen ist mehr als doppelt so groß und stark als der menschliche; ihr Gehörgang ist sehr lang und in den basalen Schädelknochen finden sich weite Höhlen, beim Menschen ist der Gehörgang kurz und die Höhlen fehlen. Bei allen Säugethiern liegen die Nasenbeine in gleicher Flucht mit Stirn und Oberkiefer, beim Menschen ragen sie aus der Gesichtsfäche winklig hervor. Kein Säugethier besitzt die in zierlicher Bogenlinie zusammenlaufenden ganz geschlossenen Zahnreihen des Menschen und daher auch nicht die Form des knöchernen Gaumens, sondern ihre hinteren Zahnreihen stoßen winklig gegen die Reihe der Schneidezähne und brechen da ab, um den unteren

das Steinalter Europas 3000 Jahre von jetzt an zurück; das Bronzealter habe wahrscheinlich schon 5—600 Jahre v. Chr. bestanden. Nach Grewingl hätte in den Ostseeprovinzen das Steinalter bis in das 6. Jahrhundert n. Chr., das Bronzealter bis in das 13. Jahrhundert gedauert. — Offenbar haben die verschiedenen Völker ihr in verschiedene Zeiten fallendes Stein-, Bronze- und Eisenalter. Das Steinalter in Dänemark fiel mit der Zeit zusammen, wo die schottische Kiefer hauptsächlich dort die Wälder bildete, zum Theil auch noch mit der folgenden Periode der Eiche. In der Zeit der Eichenwälder hatten die Menschen daselbst bereits Schwerter und Schilde von Bronze, wie sie in den Torflagern gefunden werden, während in der letzten Periode, der Buche, das Eisen herrschend warb.

1902. Das Alter der Pfahlbauten ist bis jetzt unbestimmt; man weiß nur, daß die jüngsten bis an den Anfang der christlichen Aera reichten. Morlot berechnete für die Ablagerung bei Villeneuve angeblich aus der Steinperiode mit darüber liegenden Schichten aus der Bronze- und Römerzeit, höchst übertrieben, ein Alter von 5—7000 Jahren*); Troyon schreibt den Pfahlbauten bei Chamblon am Neuenburgersee, welche der Bronzezeit angehören, ein Alter von wenigstens 3300 Jahren zu; Gilliéron einer Ansiedlung zwischen Neuenburger- und Bielersee, welche früher verbunden waren, sogar 6750 Jahre. Wahrscheinlich älter als die schweizer Pfahlbauten sind die in Mecklenburg und die menschlichen Reste in den dänischen Torfmooren. — Die Crannoges in Irland, künstliche Inseln aus ins Biered gefügten Baumstämmen mit Erde dazwischen, ruhen nie auf Pfählen oder Plattformen wie die Pfahlbauten und enthalten viele Knochen und Geräthe aus der Stein-, Bronze- und Eisenzeit.

*) Uhlmann, über Thierreste und Gebirgtheile in den Schuttablagerungen der Tiniäre bei Villeneuve am Genfersee, weist ausführlich nach, daß in denselben jedes die Steinperiode charakterisirende Fundstück fehle und die so hohe Zahlenresultate gebenden Berechnungen Morlot's als vage Täuschung dahinsinken. Die Knochen gehören jedenfalls nicht der Steinzeit, kaum der Bronzezeit an, sondern sind wahrscheinlich noch neuer. Mittheilungen der Berner naturforsch. Gesellschaft von 1868.

1903. Die fossilen Reste von Affen haben die Kluft zwischen ihnen und dem Menschen bis jetzt nicht auszufüllen vermocht;

Vartet's Dryopithecus Fontani steht wahrscheinlich dem Menschen ferner als die jetzt lebenden anthropoiden Affen, war ein Gibbon, fast von Menschenhöhe, 1856 im oberen Miolän bei Sansan am Fuß der Pyrenäen gefunden, später auch bei Eppelsheim in Rheinhessen. Lyell meinte zwar, nach Darwin's Fortschritts-theorie seien es nicht diese miolänen Schichten, sondern die pliolänen und nachpliolänen in mehr am Aequator gelegenen Gegenden, in denen wir am meisten hoffen dürfen, später einige Arten höher organisirter Affen als Gorilla und Chimpanse zu finden, — aber diese wären dann ja jünger als wahrscheinlich der Mensch ist.

1904. Zu den Zoologen, welche die Kluft zwischen Menschen und Affen möglichst auszufüllen suchen, gehört Huxley, der die behauptete Vierhändigkeit der Affen widerlegte, bei welchen der Knochenbau der Hinterglieder jenem des Menschenfußes entspreche; er läßt auf seine erste Familie „des Thierreichs“, die Anthropini, unmittelbar die Catarrhini folgen. Aber die Profile des Menschen und der anthropoiden Affen sind wegen der außerordentlichen Entwicklung des Hirnkastens beim Menschen ungemein verschieden; alle Säugethierschädel ruhen nur auf dem Unterkieferrand, der Menschenschädel auf der hintern Hälfte des Unterkieferrandes und zugleich auf der Hinterhauptsfläche. Beim Menschen liegt der höchste Punkt des Profils in der Wölbung der Stirn, bei den Thieren im Scheitel; bei ersterem bildet das Antlitz nur $\frac{1}{3}$, der Hirnkasten $\frac{2}{3}$ des Schädels, an dem kein Zwischenkiefer da ist, welchen die anthropoiden Affen wie alle Säugethiere haben. Der Unterkiefer der anthropoiden Affen ist mehr als doppelt so groß und stark als der menschliche; ihr Gehörgang ist sehr lang und in den basalen Schädelsknochen finden sich weite Höhlen, beim Menschen ist der Gehörgang kurz und die Höhlen fehlen. Bei allen Säugethiern liegen die Nasenbeine in gleicher Flucht mit Stirn und Oberkiefer, beim Menschen ragen sie aus der Gesichtsfäche winklig hervor. Kein Säugethier besitzt die in zierlicher Bogenlinie zusammenlaufenden ganz geschlossenen Zahnreihen des Menschen und daher auch nicht die Form des knöchernen Gaumens, sondern ihre hinteren Zahnreihen stoßen winklig gegen die Reihe der Schneidezähne und brechen da ab, um den unteren

Ecßzahn aufzunehmen. Die Schädel des Gorilla, Chimpanzé und Orang kommen in allen wesentlichen Verhältnissen mit den übrigen Säugethierschädeln überein und weichen absolut vom Menschenschädel wie auch alle übrigen Organisationsverhältnisse ab. Die niederen Menschenrassen unterscheiden sich nur durch relative Formverhältnisse, ohne einen Uebergang zu den Orangaffen. Die kleine Hirnkapsel des Hindu und Australiers faßt noch 27 Kubitzoll mehr als jene des Gorilla. (Siebel.)

1905. Die westafrikanischen Affen, Gorilla und Chimpanzé, bilden eine vom Orang und den Gibbons bedeutend verschiedene Gruppe, sind mehr Erdaffen und stehen im Skelet dem Menschen näher, als jene ostasiatischen Baumaaffen. Die westafrikanischen Affen sind ferner, gleich den Negern, dolichocephalisch, der Orang ist, wie die meisten Arier, brachycephalisch. Der jugendliche Schädel aller drei Affen gleicht dem Schädel des menschlichen Kindes, am meisten der des Orangs, — aber in Folge einer rückschreitenden Metamorphose nehmen sie im Alter, hauptsächlich beim männlichen Geschlecht, einen roh thierischen Charakter an, am meisten der des alten Orangs (Pongo), am wenigsten der des Chimpanzé, welcher höher steht als der Gorilla. Der Schädel des männlichen Pongo verräth eine wahrhaft furchtbare Brutalität; die tiefen Augenhöhlen sind von Knochenwülsten umgeben, zwischen denen die Nasenhöhle fast verschwindet, zum Ansatz voluminöser Muskelmassen entwickeln sich Knochenkämme, die kleine Stirn tritt weit zurück, die Kiefer springen drohend vor und zeigen das gewaltige Gebiß mit den Ecßzähnen des Raubthieres und mächtigen Vorderzähnen.

1906. Der kleinste Menschenschädel, den Morton untersuchte, hatte noch einen Rauminhalt von 63 Kubitzoll, der geräumigste Gorillaschädel nur 34½ Zoll. Das Hirn des Australiers, etwa ⅓ kleiner als ein gut entwickeltes Europäerhirn, ist noch immer zweimal so groß als das Hirn des Gorilla, der nach Owen unter allen Affen dem Menschen am nächsten steht und mit dem Chimpanzé den Zeigefinger allein strecken kann, was kein anderer Affe vermag. Das leichteste Menschenhirn wiegt noch 31—32 Unzen, das schwerste Gorillahirn nicht über

20. Bei allen höheren Affen sind Hinterhauptslappen und große hintere Hirnspalte viel stärker entwickelt, als beim Menschen.

1907. Nach Schiff*) weicht die Organisation des menschlichen Hirns vom thierischen bedeutend ab. Bei Hirnkrankheiten des Menschen sei vollkommene Lähmung der Extremitäten einer Seite und einer Seite des Gesichts eine sehr gewöhnliche Erscheinung; Thiere könnten vom Hirn aus nie, vom Rückenmark aus nicht dauernd hemiplegisch werden. Also beziehen sich bei den Thieren die motorischen Centren jeder Hirnhälfte nicht ausschließlich auf nur eine Körperhälfte, sondern auf beide zugleich, beim Menschen aber stehe jede Hirnhälfte den Körpermuskeln nur einer Seite vor. Ferner befinde sich bei Hirnkrankheiten des Menschen die Lähmung und Unempfindlichkeit immer auf der derranken Hirnhälfte entgegengesetzten Körperseite, so daß also wahrscheinlich vollkommene Kreuzung der Körpernerven bei ihrem Eintritt ins Hirn stattfindet.

*) Physiologie I, 363.

1908. Die Gehirne der Mikrocephalen sind kein Rückfall in die Gehirnbildung der Affen, dieser nicht ähnlich, sondern eine pathologische Form, welche zum Theil auf einer Bildungshemmung der Hinterlappen des großen Gehirns beruht, beginnend im dritten und vierten Monat des Fötuslebens, und ausgehend von krankhaftem Entwicklungsgang des Gehirns, dem sich der Schädel accommodirt. Die Mikrocephalie des Menschen darf nicht zu einer Vergleichung mit normaler Hirn- und Schädelbildung der Affen und zur Anbahnung eines angeblichen Uebergangs vom Menschen zu den Affen benutzt werden.

1909. Ein gewisses Volumen des Gehirns und ein Gewicht von 11—1500 Grammen, dann zahlreichere Furchen des Gehirns scheinen in einer Beziehung zu größerer Intelligenz zu stehen und das Gehirn schon in seiner ersten Anlage sexuell und individuell bestimmt zu sein, was auf die spätere geistige Entwicklung wirkt. Auch die Mikrocephalen bestätigen, daß das kleine Gehirn nicht Organ der Intelligenz, sondern der Bewegung sei. Gesichts- und Gehörswahrnehmung leiden bei den Mikrocephalen nicht, wohl aber die Bildung, das Festhalten und Reproduciren der Vorstellungen, die vielleicht mehr in den inneren Hirn-

organen, im Basalthheil des Großhirns und in einer Abtheilung der feineren Elemente der Hemisphärenoberfläche zu Stande kommen, wie wenigstens R. Wagner glaubte.

1910. Aber die Größe des Gehirns und sein ohne Zweifel vollkommener Bau allein kann die hohe Stellung des Menschen nicht bedingen. In manchen Thieren ist das Gehirn verhältnißmäßig größer als beim Menschen, beträgt beim Fink $0,04$, beim Kanarienvogel sogar $0,07$ des Körpergewichts. Man hat als wesentliche Förderungsmittel, die hier in Betracht kommen, die Fähigkeit zur Sprache, die harmonische Ausbildung und Vollkommenheit der Sinneswerkzeuge, die hohe Entwicklung der Hand und des Tastsinnes, die lang dauernde Kindheit, welche das Zusammenbleiben mit den Eltern erfordert und in der fortwährend an der geistigen Bildung gearbeitet wird, die große geographische Verbreitungsfähigkeit, wohl auch die Freiheit von einer Periodicität des Geschlechtsprocesses angeführt. Jedoch all diese Momente sind nur Ausflüsse, Consequenzen aus der höheren schöpferischen Idee, welche dem Menschen zu Grunde liegt.

1911. Es ist nicht, wie ausgesprochen wurde,*) der „Kampf um das Dasein“, welcher dem Schädel des alten Drang und Gorilla diese wahrhaft schreckliche Brutalität gibt, nicht die Noth des Lebens, die Leidenschaft beim Geschlechtsverhältniß, wo heftige Kämpfe um die Weibchen stattfinden müssen, in welchen der Sieg dem Stärkeren beschieden ist, damit eine kräftige Nachkommenchaft möglich werde. Wäre dieses der Fall, so müßte sich die gleiche Brutalität der Bildung auch beim Chimpanse und den übrigen Affen entwickeln, die mehr oder minder den gleichen Kampf zu kämpfen haben, müßte sich auch bei den Polarvölkern und bei solchen Stämmen entwickeln, welche durch räuberische und kriegerische Nachbarn fortwährend bedrängt werden. Und ließe sich die geschlechtliche Differenz der Schädelbildung aus der schwerern Lebensaufgabe erklären, die angeblich dem männlichen Geschlechte zugetheilt sein soll, — wahrlich dann müßten die Frauen der amerikanischen Indier und vieler anderer wilder Völker, deren Lebensaufgabe die allerhärteste ist, eine viele brutalere Schädelbildung haben, als ihre Männer. Nichts von dem Allen findet statt. Es ist die ursprüngliche Anlage und Bestimmung,

welche die Einen zu diesen, die Anderen zu jenen Zielen treibt, und die äußeren Umstände üben nur einen secundären Einfluß.

*) Küttimeyer, die Grenzen der Thierwelt, Basel 1868.

1912. Es fehlt übrigens in der menschlichen Gattung nicht an Zügen, welche an Affen erinnern, aber sie erweisen deshalb nicht die Abstammung von solchen. Owen, ein Gegner Darwin's, führt an, daß der letzte Backenzahn der Australneger wie beim Orang und Chimpanse drei Wurzeln, beim Kaukasier hingegen nur eine oder zwei hat. Im Freiburger Museum befinden sich nach Eder zwei Skelete von Südaustraliern, ein männliches und ein weibliches; der männliche Schädel zeigt eine sehr deutliche sagittale Erhebung, welche beim weiblichen fast gänzlich fehlt. So hat auch der weibliche Gorillaschädel keine Muskelfämme, die beim männlichen so stark sind. Bei den verschiedensten Rassen, die kaukasische nicht ausgenommen, tritt noch, bald in dieser, bald in jener Beziehung, öfters etwas Affenähnliches hervor.

1913. Nach Schröder van der Kolk und Brolik gleicht das Hirn des Menschen am meisten dem des Orangs, die Hand der Hand des Gorilla, der Schädel dem einiger amerikanischer Affen, Brustkasten und Becken jenen des Siamang, Hylobates syndactylus. Gratiolet (Compt. rendus 1864, p. 321), der sich besonders auf den Bau der menschlichen Hand stützt, findet einen wesentlichen Unterschied zwischen Mensch und Affen. — Durch die Reisen von Drazio Antinori und Carlo Piaggia 1860 bis 1865 ist die Fabel, daß die (ziemlich intelligenten jedoch anthropophagischen) Njām-Njām-Neger geschwänzt sein sollen, vernichtet worden.

1914. Was den Menschen von den Thieren unterscheidet, ist nicht die körperliche Organisation, sondern der Geist, in welchem die Ideen der Pflicht, des Rechtes, der Freiheit, der Gottheit erwachen. Was hat den schwachen, wehrlosen Menschen erhalten im Conflict mit den Naturmächten, den zahlreichen großen Thieren, wenn nicht der Geist? Franklin, der den Menschen ein Werkzeuge machendes Thier nannte, hat damit nicht die wesentlichen und höchsten Vorzüge desselben bezeichnet.

1915. Als ob die Natur geahnt hätte, daß es hauptsächlich darauf ankomme, ist beim Menschen das größte Gewicht auf Aus-

bildung des Hirns und Nervensystems, der Sinne und Hände gelegt, aber auf Schutz- und Trugwaffen, angeborene Schwimmsfähigkeit fast ganz verzichtet, weil diese, wenn nur die Möglichkeit ihrer Herstellung mit Hilfe jener Organe gegeben ist, nachträglich viel vollkommener herzustellen sind. Der Entwicklungsproceß ist ein langsamer, aber setzt sich durch alle Generationen fort. Der Mensch erkennt nicht bloß die Welt besser als jedes Thier, sondern empfindet sie auch vielseitiger vermöge des harmonischen Gleichgewichtes seiner sich unterstützenden Sinne, namentlich auch durch die Feinheit des Tastsinnes.

1916. Die Arteinheit des Menschengeschlechtes kann auch bei den neuesten Ergebnissen der Forschung mit vollem Rechte festgehalten werden; die Rassen sind durch alle möglichen Uebergänge verbunden. Wenn Schaffhausen meint, nachdem er angeführt, daß sich die großen Affen Asiens und Afrikas in Farbe und Schädelform ebenso unterscheiden wie die Menschenrassen beider Erdtheile: Drang braun mit rundem Kopf wie der brachycephale Malaie, Gorilla schwarz mit langem Schädel wie der dolichocephale Neger, — dieses sei ein gewichtiger Einwurf gegen die Einheit des Menschengeschlechtes, so beweisen diese Verhältnisse doch wohl nur, daß die frühesten Menschen denselben geographischen und klimatischen Einwirkungen wie die anthropoiden Affen unterworfen, analoge Bildungs- und Farbenänderung erfahren haben.

1917. B. Carus ist geneigt, die ursprünglichen Formen des Menschen als Arten anzusehen, „die sich aber in Folge der immer gleichmäßiger sich verbreitenden Cultur und der damit Hand in Hand gehenden Kreuzungen allmählig in eine Menge nur noch als Rassen zu unterscheidender Formen aufgelöst haben oder aufzulösen im Begriffe sind.“

1918. Daß in manchen Familien neben Kindern, die eine Mischung des Typus der Eltern darstellen, mitunter eines erscheint, welches sehr von den übrigen abweicht, nicht selten an niedrigere Rassen erinnert, scheint zu beweisen, daß alle Rassen einen gemeinschaftlichen Ursprung haben und in jedem menschlichen Individuum die Anlage zur Erzeugung aller Rassen liegt.

1919. Zieht man nach Huxley*) eine Linie von der Goldküste in Afrika zu den Steppen der Tatarei, so zeigt sich, daß am südwestlichen Ende dieser Linie die meisten dolichocephalen, prognathen, kraushaarigen, dunkelhäutigen Menschen, die eigentlichen Neger leben, am nordöstlichen Ende die meisten brachycephalen, orthognathen, schlichthaarigen, gelbhäutigen Menschen, Tataren und Kalmücken. Eine unter fast rechtem Winkel auf diese Grundlinie durch Europa und Südasien bis Indien gezogene Linie würde eine Grenzmarke geben, um welche rund-, oval- und langköpfige, pro- und orthognathe, helle und dunkle Völker sich gruppieren, mit jedoch nicht so scharfen Gegenätzen wie Neger und Mongolen, deren Klima und Wohnsitze auch diametral verschieben sind: am einen Ende die feuchten, heißen, dampfenden, alluvialen Küstenebenen Westafrikas, am andern die trockenen, hochliegenden Steppen und Plateaus Centralasiens, weit vom Meere entfernt, im Winter eisig kalt. Von hier aus nach Osten einerseits bis Polynesien, andererseits bis nach Amerika nimmt Brachycephalie und Orthognathismus allmählig ab, Dolichocephalie und Prognathismus zu, weniger jedoch auf dem amerikanischen Continent, durch dessen ganze Länge der runde Schädeltypus häufiger ist, als in Polynesien, wo zuletzt auf dem australischen Continent und umliegenden Inseln lange Schädel, vorstehende Riefer und dunkle Haut bei den Negritos wieder erscheinen, die jedoch in anderen Charakteren von den Negern ungemein abweichen.

*) Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Aus dem Englischen v. Carus. Leipzig 1863. S. 171.

1920. Ich habe in einem besonderen Werke eine Schilderung der Rassen und Stämme des Menschengeschlechtes versucht, auf welches zu verweisen gestattet sein mag.*) Bei der arisch-oceanischen Rasse ist der Kopf oval oder rundlich, die Backenknochen treten nicht oder nur mäßig hervor, die Zähne stehen senkrecht, das Kinn ist wohl gebildet, der Gesichtswinkel erreicht 80—90°. Die Haare sind lang, manchmal kraus, aber nie wollig, die Hautfarbe ist weiß, gelblichbraun, rothbraun bis fast schwarz. Diese Rasse hat sich von Asien aus über die Océane und Länder verbreitet. Bei einer ersten Abtheilung, den Ariern im eigentlichen Sinne, ist der Kopf oval, die Stirne frei, die

Nase vorspringend, die Jochbogen treten wenig hervor. Augen gerade, oft blau, Haar blond, braun, schwarz, Bart stark entwickelt, Hautfarbe mehr oder weniger weiß, Wangen geröthet. Arische Stämme Europas und seiner Kolonien sind die Kelten, Germanen, Gräco-Romanen, Slaven, Letten und Albanesen, Asiens die Perser, Ossethen, Afghanen, Armenier, Kurden, Hindu. Eine zweite Abtheilung, die Drawedas in Indien, begreift Völker, welche turanische Dialekte sprechen und in der Mitte zwischen der weißen und gelben Rasse stehen. Eine dritte Abtheilung sind die Syro-Araber oder Semiten, wozu die Chaldäer, Syrer, Hebräer, Araber, Abyssinier gehören, und eine vierte die Mizraimiten oder Kepten, ein schwacher Ueberrest der alten Aegypter. Eine fünfte bilden die Berbern, eine sechste die Georgier, siebente die Kaukasier, achte die Vasten, neunte die türkischen Völker, eine zehnte die malaisisch-polynesischen Stämme, welche sich von Indien aus über die Inselwelt des großen Oceans verbreitet haben.

*) Grundzüge der Ethnographie, Leipzig und Heidelberg 1859.

1921. Bei der zweiten Rasse, der turanisch-amerikanischen, ist der Kopf am Scheitel mehr oder minder erhöht, die Kiefer treten oft schief hervor (Prognathismus), das Gesicht ist breit, die Jochbögen sind vorragend, die Augen eng geschlitzt, mit faltenlosem oberem Lid, schräg liegend, mit höherem Außenwinkel. Die Nasenlöcher stehen weit offen, der Mund ist groß, das Kinn fast bartlos, die Haare sind schlicht, straff, meist schwarz. Zur ersten Abtheilung, den Turaniern, mit besonders plattem und breitem Gesicht, platter Nase, großen weiten Ohren, gelblicher bis schwärzlichbrauner Hautfarbe gehören die indo-chinesischen und die tibetischen Völker, die Mongolen, Chinesen, Koreaner, die Japanesen, die finisch-magyarischen Völker, die Jenissejer, Samojeden. Die Eskimos als zweite Abtheilung vermitteln den Uebergang zu den amerikanischen Völkern, von welchen einige, wie die Azteken, Centralamerikaner und Peruaner, zu höherer Cultur gelangt sind, während die Koloschen, Athapaschas, Venapes, Irokesen, Floribaner, Caddos, Sius, Californier, Romanchen, die Andes- und Pampasvölker, endlich die Guaranis im Wesentlichen auf der Stufe der Fischer und Jäger stehen geblieben sind. Die meisten der uramerikanischen Stämme sind dem Untergang nahe.

1922. Die dritte Rasse ist die afrikanisch-australische, deren von den Seiten zusammengedrückter Schädel einen Gesichtswinkel von nur $70-75^{\circ}$ erkennen läßt. Die Stirne ist schmal, Backenknochen, Jochbogen und Kiefer ragen vor, der Zahnhöhlenrand steht schräg nach vorne, die Schneidezähne daher schief, die Augen sind fast immer schwarz, Nase mehr oder weniger platt mit weiten Böchern, die Hautfarbe ist vorwiegend schwarz, selten kupferroth oder bräunlich-gelb, das wollige oder schlichte Haar schwarz, grob, der Bart meist sparsam und steif. In der ersten oder afrikanischen Abtheilung bilden die eigentlichen Neger die Hauptmasse; als Uebergang zu ihnen kann man die Fulbe oder Fula, die Tibbus, die Galla- und Rubavölker betrachten. Zu den ächten Negern gehören die Mandingos, Dscholoffen, Senegambier, Asantis, Akras, Dahomeys, Kiffurs, Haussaer, Bornuaner, Mobbas, Mandaras u. Eine dritte Gruppe begreift die südafrikanischen Völker: Congoer, Betschuanas (mit den Kaffern), dann die mit Schnalzlauten sprechenden Hottentotten und Buschmänner. Die indisch-australische Abtheilung enthält kraushaarige Völker wie die Negritos, Australneger, pelagischen Neger, Papuas, Arfakis, und schlichthaarige wie die Alfurus, Endamenes, Birzimbern, Dayaks.

1923. In jeder Rasse kommen große und kleine Schädel vor; aus der Größe allein ist weder immer auf ein größeres Gehirn, noch auf einen vollkommeneren Geist zu schließen. Doch nimmt bei den besseren Rassen im Durchschnitt die Größe zu, und die höchsten Größen (bis 68,000 Quadratmillimeter Fläche nach Huschke's Messungen) kommen nur bei ihnen vor. Das Gewicht des menschlichen Gehirns überschreitet nach R. Wagner wohl nie 2000 Grammen. Form, Zahl und Tiefe der Windungen scheinen in einem Verhältniß zur Verstandesthätigkeit zu stehen. Bis über die Hälfte der Schwangerschaft hinaus ist eine Verschiedenheit dolichocephalischer, brachycephalischer oder ovaler Hirnformen nach Fick noch nicht vorhanden. — Alle großen Genien, alle Wohltäter der Menschheit, alle Individuen, welche dauernde Schöpfungen hervorbrachten, gehören den kaukasischen und zu einem geringen Theile den mongolischen und amerikanischen Stämmen an.

1924. Einer der wichtigsten physischen Charaktere des Menschen ist die Nacktheit der Haut, welcher zugleich lehrt, daß

es zur Menschenbildung nur in einem warmen Klima kommen konnte. Und zwar genügt es, ein Schöpfungscentrum anzunehmen, das — mit Unterbrechungen — von Indien bis in das tropische Afrika reichte, eine Zone, in welcher jene das mächtige Geschlecht des Menschen vorbereitende Form schon in einer bedeutenden Zahl von Individuen gelebt hat. Schon in den durch sie erzeugten Keimen mögen die Rassenverschiedenheiten angelegt gewesen sein, die sich später bei den mehr sesshaft gebliebenen Völkern noch befestigt, bei den wandernden und sich mischenden theilweise vermischt haben.

1925. Von Südasien aus konnte im Lauf der Jahrtausende die Inselwelt des indischen und großen Oceans sich mit Malaien und Australischwarzen erfüllen, in einer viel spätern Zeit wurde Amerika von Nordasien, zu einem sehr geringen Theile von Polynesien aus bevölkert. Weiße Menschen entstanden nur am asiatischen Nordrand jener anthropogenetischen Zone, gelbe merkwürdigerweise sowohl am nordöstlichen als südwestlichen Ende derselben: die Mongolen und Hottentotten, welche letzteren eine Mischung von mongolischen und Negercharakteren neben manchen sonst nirgends vorkommenden Eigenthümlichkeiten zeigen. — Weil die Hautfarben nicht bloß klimatisch bewirkt, sondern bei vielen Völkern Rassencharakter sind, können — in Folge von Einwanderung — verhältnißmäßig hellfarbige Völker auch in wärmeren Gegenden, dunkle in kälteren vorkommen, wie z. B. nach Fregoinet in Südamerika unter 55° südl. Br. in einer sehr kalten Gegend ganz schwarze Menschen leben.

1926. Der Mensch ist weder zum Schwimmen, wie so viele namentlich niedere Thiere, noch zum Fliegen bestimmt, noch zum Klettern auf Bäumen, sondern zum Gehen auf der Erde. Das Leben im dichten Medium des Wassers verträgt sich nicht mit den höchsten Organisationen, der Flug, die schwierigste aller Bewegungen, kann nur durch eine einseitig hohe Ausbildung der Athmungs- und Bewegungsapparate bewerkstelligt werden. Die Vorstellungen von Meermenschen und Undinen, wie sie die Phantasie des Alterthums, und die von geflügelten Menschengestalten

(Engeln), wie sie die christliche Kunst erfunden, sind naturwidrig.

1927. Die Größe und physische Kraft des Menschen steht in einem bedeutungsvollen Verhältniß zur ganzen Erdenatur und zu seiner Bestimmung auf der Erde. Sie ist groß genug, um die gewaltigsten Thier- und Pflanzenformen zu bewältigen, und doch wieder nicht zu groß, um Gegenstände von außerordentlicher Kleinheit und Feinheit zu behandeln. Die Größe des Menschen, so wie sie ist, fand bereits, ob schon aus ganz anderen Gründen, der Dichter der Divina Commedia sehr angemessen. *)

*) Inferno, 31. Gesang, V. 48 ff.

1928. Die aufrechte Stellung des Menschen ist nicht etwa ein Erzeugniß aus dem rohesten Zustande sich erhebender Cultur, sondern ein nothwendiger Ausdruck des menschlichen Wesens. Weil bei den Thieren meist die vier Glieder für die Ortsbewegung verwandt werden, müssen die verlängerten Riefer zum Greifen und Tragen dienen. Indem beim Menschen die Beckenglieder allein zur Bewegung ausreichen, können die Brustglieder die Function des Fassens und Haltens übernehmen und den Riefen bleibt das nur temporär eintretende Geschäft des Rauens überlassen, so daß das Antlitz und der Mund die meiste Zeit mit roherer Bewegung verschont sind und nur das feinere Mienenspiel auf ihnen sichtbar wird. Die Beckenglieder, hauptsächlich zum Tragen des eigenen Leibes und zur Ortsbewegung bestimmt, bedürfen nicht der freieren Beweglichkeit der Brustglieder, welche Anderes zu ergreifen bestimmt sind. Der Fuß ist, mit der Hand verglichen, plump; seine Wurzelknochen (nur 7 statt 8 wie bei der Hand) differiren an Größe viel mehr als die der Hand, die Zehen sind ungeschickt zum Fassen und Wenden.

1929. Man kann mit Carus die Kopfwirbelsäule aus drei Schädel- und drei unvollkommenen Antlitzwirbeln zusammengesetzt sich denken; die Rumpfwirbelsäule würde in sechs Abtheilungen zerfallen, von welchen die vier oberen das freie bewegliche Rückgrat, die zwei unteren die Wirbelsäule des Beckens bilden. Die 24 Rückenwirbel theilen sich in sieben Hals- und ebenso viele Ober Rückenwirbel, dann in fünf Bauch- und ebenso viele Lenden-

wirbel. Die Beckenwirbel zerfallen in fünf verwachsene, noch wohl entwickelte Kreuzbeinwirbel und drei verkümmerte Schwanzwirbel. In den Nischen und Höhlen der Schädelknochen sind die drei höchsten Sinnesorgane geborgen, die Nase beugt sich oben um, die kurzen Schwanzwirbel krümmen sich unten einwärts und verbergen sich unter Haut und Fleisch, während bei den Thieren sich das Rückgrat in einen mehr oder minder langen Schwanz, oft mit elektrischem Haar- oder Federbüschel endigt.

1930. Weil der Kopf eine Wiederholung des Rumpfes in höherer Potenz ist, an die Stelle der Systeme dieses letzteren solche von einer umgewandelten und gesteigerten Bedeutung treten, so werden sich zwischen Kopf und Rumpf mancherlei Vergleichungspuncte finden lassen. So meinte Mascatti, der den knöchernen Schädel als oberes Becken mit dem unteren verglich, die zwei foramina ovalia des letzteren entsprächen den Augenlöchern, die Schambeinsymphyse der Nasenspaltung, die crista ilei und das Steißbein dem os zygomaticum und Keilbein, und wie sich die Hüftknochen an das untere Becken anschließen, so hefte sich der Unterkiefer an die cavitates glenoideae als Gelenk. — Man bemerkt auch, daß wie die inneren Samenarterien sehr hoch aus der Aorta entspringen und ungetheilt zu Hoden und Eierstöcken gehen, ähnlich die Halsschlagadern direct vom Aortenbogen zum Hirn verlaufen, und Ennemoser meint, im Gesicht des Menschen sei wieder Kopf, Brust und Bauch ausgesprochen durch Stirne, Nase, Mund, die durch eigenthümliche Curven geschieden sind und ihre besonderen Höhlen haben.

1931. Die Versuche, die menschliche Gestalt nach geometrischen Proportionen zu construiren, scheinen keinen glücklichen Erfolg zu versprechen. Der sogen. „goldne Schnitt“, welcher auf der Theilung einer Größe in zwei ungleiche Theile beruht, so daß sich der Minor zum Major eben so verhält, wie der Major zum Ganzen, soll „der ganzen Gliederung der Menschengestalt, dem Bau der edleren Thiere, der Construction der Pflanzen, namentlich in Betreff der Blattstellung, den Formen verschiedener Krystalle, der Anordnung des Planetensystems, den Proportionen der schönsten Bau- und Bildwerke, den befriedigsten Accorden u. zu Grunde liegen“. (Zeising.) Von 1000 Theilen z. B. kommen

auf den Major $618,0339 \dots$, auf den Minor $381,9660 \dots$. Nimmt man die Zahl des Majors als Ganzes und theilt sie wieder nach dem goldenen Schnitt, so hat man im früheren Minor nun den Major: $381,9660 \dots$, und in der Differenz des Minors und Majors den neuen Minor $= 236,06 \dots$. Durch fernere Theilung erhält man die Reihe $236,06 \dots$, $145,89 \dots$, $90,16 \dots$, $55,72 \dots$, $34,44 \dots$, $21,28 \dots$, $13,15 \dots$, $8,13 \dots$, $5,02 \dots$, $3,10 \dots$, $1,91 \dots$, $1,18 \dots$, $0,73 \dots$, $0,45 \dots$ u. Das Verhältniß läßt sich, wie man sieht, nie ganz genau in Zahlen ausdrücken, sondern es bleibt immer ein irrationaler, unendlicher Bruch bestehen. Der goldene Schnitt soll „das allgemeine naturgemäße Durchschnitts-Normalverhältniß“ ausdrücken.

1932. Die Hauptanwendung wird auf die menschliche Gestalt gerichtet. „Theilt man deren Totalhöhe nach dem goldenen Schnitt, so fällt der Durchschnitt mit der beim Bücken entstehenden Nabelfalte oder auch mit dem Nabel selbst zusammen; der Oberkörper ist der Minor: $381,96$, der Unterkörper der Major $618,033$ “ . . . „Theilt man den Oberkörper vom Scheitel bis zur Nabelfalte oder bis zur Taille, wie später angegeben wird, — so bezeichnet der Durchschnitt gerade die Grenze oder schmalste Stelle zwischen Kopf und Rumpf in der Höhe des Kehlkopfes; theilt man hingegen den Unterkörper, so wird dadurch die Grenze oder schmalste Stelle zwischen Ober- und Unterschenkel am unteren Ende des Knies oder am Anfang der Wade gefunden. Unter- und Oberkörper sind also ganz nach demselben Verhältniß gegliedert wie der ganze Körper.“ In dieser Nachweisung ist ein Grundfehler, welcher das ganze Princip zweifelhaft macht. Wer wird denn die Ober- und Unterschenkel mit Kopf und Rumpf in eine Vergleichung bringen? Müßte nicht consequenterweise das ebenso gut mit den Armen geschehen und diese über den Kopf hinaufreichend angenommen werden, wie die unteren Extremitäten über den Rumpf hinabreichend? Der Gegensatz des Kopfes sind nicht die Füße, sondern der Rumpf, und die Füße bilden einen untergeordneten Gegensatz zu den Armen.

1933. Es ist klar, daß wenn man irgend ein beliebiges Maß oder Verhältniß anwendet, man am menschlichen

und anderen Körpern gewisse Punkte finden kann, die mit den Abtheilungen dieses Maßes zusammentreffen werden; Liharzit hat wieder eine ganz andere Eintheilung des menschlichen Körpers. Und wer wird glauben, daß dasselbe Verhältniß, gesetzt es wäre auch für den menschlichen Körper richtig, ebenso für die Pflanzen, die Krystalle, die Weltkörper richtig sein könnte? „Die Kubikwurzel des Gewichts des kleinen Gehirns ohne Brücke und verlängertes Mark verhält sich zur Kubikwurzel einer Großhirnhemisphäre ohne Seh- und Streifenhügel wie der Minor zum Major.“ Wie leicht ist es auf solche Weise, mit Halbhirnungen und Weglassung von Theilen, das gewünschte Verhältniß herauszubringen!

1934. „So ferne kein Thier“, sagt Zeising, „an Schönheit und Vollkommenheit der Formen dem Menschen gleichkommt, finden sich auch an keinem die Normalverhältnisse in so einheitlicher und consequenter Weise ausgebildet, wie bei der Menschen-gestalt.“ Diese Anschauung, mit Beziehung auf den goldenen Schnitt angewandt, ist unrichtig; die unteren Thierkreise sind nach ganz anderen Verhältnissen gebaut als der Mensch und ihre Typen dürfen nicht mit dem Typus des Menschen verglichen werden. Ebenso wenig wird der goldene Schnitt bei der „Zellbildung, Bau des Zellgewebes, Größe und Form des Stammes, der Zweige, Stengelglieder, Blüthen und Früchte“ anwendbar ein; für die Krystalle gibt dieß der Gründer dieser Lehre selbst zu; für die Blattstellung ist die Sache noch nicht entschieden, für die Configuration der Continente, die Entfernungen der Planeten offenbar unstatthaft, für die chemischen Verbindungen nur in wenigen Fällen anwendbar.

1935. Wollte sich Jemand die Mühe nehmen, so könnte er sicher in unzähligen Fällen ein Verhältniß von 2, 4, 6, 8, 10, 12 . . . , oder 2, 4, 8, 16, 32, oder 3, 6, 9, 12, oder 5, 10, 15, 20 zc. und auch irrationale Proportionen in der Natur nachweisen. Um die einzelnen Fälle, in welchen das Verhältniß sich geltend machen soll, sehr zahlreich erscheinen zu lassen, braucht man nur die „Schwankungen“, welche Zeising zu Hilfe nimmt, recht groß anzunehmen und über die Ausnahmen leicht wegzugehen. Es scheint mir, daß das Verhältniß des goldenen Schnittes,

welches der Verfasser auch im Bau der Verse, Gliederung der Sprache und der Poesie, in der Wissenschaft, den logischen und Sittengesetzen, dem Familienleben, dem Verkehr der Nationen, den Rechtsprincipien, ja selbst in den religiösen Ideen als das herrschende erkennen will, nur neben anderen Verhältnissen in der Schöpfung vorkommt, aber weit entfernt von jener allgemeinen Geltung ist, welche ihm zuerkannt werden soll. *)

□ *) „Die Theorie des goldenen Schnittes wird nie für das Schaffen der Kunstgebilde zureichen und für die Bestimmung der schönen Proportion ein ausgebildetes Kunstgefühl erforderlich sein, welches für die Proportion des menschlichen Körpers einen Anhaltspunct in der schönen Natur, für architectonische Proportionen an den mustergiltigen Bauwerken finden wird. Die schöne und charakteristische Formenbildung ist allein an die künstlerischen Kräfte, an Phantasie und Formensinn gewiesen und für die Mannigfaltigkeit der Formen wird man nie ein Gesetz des goldenen Schnittes entdecken können.“ Weis haupt, die Theorie und Praxis des Zeichenunterrichtes, Weimar 1867, p. 57.

* 1936. Eine ganz mechanische und rohe Construction ist die von Liharzil. *) Das gesammte Wachsthum aller Körpertheile soll 24 Epochen begreifen; der erste Sonnenmonat nach der Geburt bildet die erste Epoche, und jede folgende sei um einen Monat länger als die vorhergehende. Es geschieht dieß nur, um die Zahl 300 herauszubringen, der so außerordentlichen individuellen Verschiedenheit der Menschen ist keine Rechnung getragen. Das Ganze erinnert lebhaft an Butte's „Biotomie“. Mit der Zeitrechnung der Hindus hat dieses „Gesetz“, welches auf ganz willkürlichen Voraussetzungen beruht, kaum etwas zu schaffen.

*) Gesetz des Wachsthumes im Bau des Menschen, Wien 1862.

1937. Die Haut des Menschen ist charakteristisch schön und zart gebaut; ihre feinen spiraligen Gänge, die in der rechten Hand nach rechts, in der linken nach links gewunden sind, endigen in Schweißdrüsen, und die traubensförmigen Talgdrüsen münden paarig in die Haarcanäle. Durch die hiebei stattfindende Faltung und Einsackung wird eine bedeutendere Fläche für den Verkehr mit der Luft erlangt, namentlich für die Aushauchung von kohlensaurem Wasserdampf, mit einigen Salzen, Milch-, Eßig-, Schwefel- und Salzsäure nebst etwas Eiweißstoff. Jeder Mensch hat seine eigene Atmosphäre um sich.

1938. Für die organischen Wesen wird nur ein Theil der allgemeinen Stoffe der Natur verwendet und im Leibe des Menschen findet sich etwa ein Dritttheil derselben, in reichlicher Menge Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff; sparsamer Schwefel, Phosphor, Chlor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium; in sehr geringer Quantität Jod, Brom, Kiesel, Fluor, Eisen, Mangan und einige andere Metalle. Das Nahrungsbedürfnis des erwachsenen Menschen ist, mit manchen Thieren verglichen, mäßig groß und wechselt von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{16}$ des Körpergewichtes in 24 Stunden; beim Kinde kann das Verhältniß bis zu $\frac{1}{8}$ steigen. Die Lebensfähigkeit des Menschen, nach der horizontalen Ausdehnung unbeschränkter als die eines jeden Thieres, ist es nicht in gleichem Maße nach der verticalen; in etwa einer geographischen Meile Höhe, wo das Barometer nur wenig über 200 MM., das Thermometer 19° unter Null steht, tritt große Athmungsnoth ein, die Muskeln verlieren ihre Kraft und das Bewußtsein schwindet; aber schon viel tiefer vermag der Mensch nicht längere Zeit auszuhalten.

1939. Der männliche Körper ist im Allgemeinen zu größerer Kraftentwicklung angelegt, Knochen- und Muskelsystem derber und stärker, die Umrisse schärfer und ediger. Der weibliche Schädel ist im Durchschnitt kleiner als der männliche; Huschke fand den Flächengehalt der Schädeldecke bei 22 gemessenen weiblichen Schädeln im Mittel 53,000 Quadratmillimeter, bei 32 männlichen Schädeln 59,000. Der mittlere kubische Inhalt des männlichen Schädels beträgt 1446 Kubikcentimeter, des weiblichen 1226, ein Verhältniß wie etwa 7; 6. Beim männlichen Schädel sind Stirne und Hinterhauptswirbel geräumiger, beim weiblichen die Scheitelswirbel. — Mann und Weib sind jedes ganze Menschen als geistig sittliche Wesen und ebenso in allen physischen Beziehungen mit alleiniger Ausnahme des Geschlechtslebens, wo jedes des anderen bedarf. Das Weib dem Manne gegenüber als ein auf tieferer Stufe stehen gebliebenes Wesen zu betrachten, ist unstatthaft und mag nur in Bezug auf die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge eine gewisse Wahrheit haben. In allen anderen Beziehungen stellt sich vielmehr eine ungleichmäßige Vertheilung der Gaben an die beiden Geschlechter heraus,

so daß wenn dem Manne größere Kraft des Körpers und Geistes zukommt, dem Weibe das feinere Gefühl und innigere Gemüth als Eigenthum bleibt, und der Zauber der Schönheit und Milde, welcher die rohe Kraft zu veredeln und zu sittigen, die schönsten Blüthen des Lebens zur Entwicklung zu bringen vermag. Das Weib nähert sich mehr als der Mann dem Ideal der Schönheit, welches die Kunst in den Engeln darstellt, denen auch sein übriges Wesen näher kommt. Das entartete Weib erscheint aber häßlicher als der entartete Mann, weil bei ihm der Contrast mit dem Ideal um so greller hervortritt. *)

*) Indische Verse besagen nach Rüder's Uebersetzung:

„Der Mund der Welt, wie spricht er unbedächtiglich,
Der Frauennatur schwach nennt und ohnmächtiglich,
Da doch, berührt von Frauenaugen-Wunderblick,
Selbst Götter erliegen und wanken in ihrem Aetherstiz!“

1940. Die beiden Geschlechter sind in der Menschheit in nahe gleicher Zahl vertreten, mit einem kleinen Uebergewichte des männlichen, eine wunderbare Einrichtung, deren nähere Veranstellungen unbekannt sind und die so wichtig ist, daß die ganze Oekonomie des Lebens, die geistige und sittliche Cultur zum Theil auf ihr ruht. Wie bei den Säugethieren werden auch beim Menschen in der Jugend und im Alter mehr männliche Nachkommen erzeugt, als zur Zeit der höchsten Kraft, wo die Zahl beider Geschlechter gleich ist, und jenes Uebergewicht der männlichen Nachkommen wird wieder durch die Erstgeburten ausgeglichen, bei welchen die größere Zahl weiblich ist.

1941. Bei seiner embryonischen Entwicklung durchläuft der Mensch in gewisser Rücksicht die Stufen der Thierreihe und zeigt dadurch, daß er mit ihnen auf demselben Naturgrunde ruht. Sind aber die natürlichen Bedingungen erfüllt, welche das Leben in der Welt und den Verkehr mit ihr möglich machen, dann tritt des Menschen höheres Princip in Wirksamkeit und es beginnt sein geistiges Leben, von dem hier nur so weit gehandelt werden soll, um einestheils seinen Zusammenhang mit der Natur, anderentheils seine Verschiedenheit von derselben zu erweisen.

B. Das geistige Leben.

Begriff der Seele.

1942. Was in uns fühlt, will und denkt, und sich als einer Einheit bewußt wird, nennen wir Seele, welches Wort nach Grimm von dem gothischen *saivala* kommt, welches wieder von *saiva*, der wogenden See, abgeleitet ist. Die Seele ist ein einheitliches Wesen und nur als solches kann sie das Mannigfache zusammenfassen, kann vergleichen, beziehen, urtheilen, ordnen: Alles intensive Acte eines unräumlichen geistigen Wesens. Das Geschehen in ihr ist anderer Art als im Leibe; das Mischen und Trennen, Verbinden und Lösen, Bewegen und Verändern, was auch in ihr stattfindet, vollzieht sich in immaterieller Weise.

1943. Wenn Löwenhardt u. A. behaupten, die Annahme einer substantiellen selbständigen Seele sei eine Chimäre, und was man Seelenthätigkeit nenne, erfolge immer nur auf einen Reiz und lehre nach der Reaction in den früheren Gleichgewichtszustand zurück, so könnte man aus denselben Gründen auch die Existenz der materiellen Atome leugnen, die auch nur von anderen angeregt thätig sind, aber deshalb doch ihre reale Existenz haben. Drobisch hat mit Recht angeführt, daß die Thätigkeit der Seele, wegn gehindert vorzustellen, sich in ein Streben vorzustellen umwandle.

1944. Die Seele kann auch ohne Reiz, aus innerer Selbstbestimmung thätig sein und die Richtung ihrer Thätigkeit wählen. Sie entwickelt schon bei der Sinneswahrnehmung selbständige Kraft, erzeugt, wie Ruete*) bemerkt, aus fast gleichen Eindrücken, je nachdem ihre Aufmerksamkeit mehr oder weniger erregt ist, ganz verschiedene Sinnesempfindungen, indem sie z. B. zwei Eindrücke, die gleichzeitig die Netzhaut auf ungleichnamigen Punkten treffen, je nach den besonderen Umständen, bald zu einer gemeinschaftlichen Empfindung vereint, bald getrennt erhält, während sie verschiedene Eindrücke, welche gleichnamige Stellen beider Netzhäute treffen, stets zu einer Empfindung vereint. Aus dem Material, welches das Auge liefert, schafft die Seele, nach bestimmten geometrischen, ihr aber unbewußten Gesetzen, die Empfindungen und

Bilder. „Das stereoskopische Sehen“, sagt derselbe, „bietet manche Erscheinung dar, die zu der Ueberzeugung führt, daß der Act des Sehens kein rein körperlicher ist, sondern daß derselbe ohne eine schaffende und bis zu einem gewissen Grade freie Thätigkeit der Seele nicht zu Stande kommen, nicht begriffen und gedeutet werden könne.“*)

*) Das Stereoskop, 2. Aufl., Leipzig 1867. S. 8, 126 zc.

1945. Die Leugner der Seele kommen manchmal zu komischen Aussprüchen, wie z. B. Knapp in seinem „System der Rechtsphilosophie“, 1857, sagt: beim Selbstmord bringt nicht etwa eine Seele den Leib um, sondern „der motorische Apparat entzieht durch absichtliche Störung des ihm verbundenen Ernährungsapparats allen Theilen ihr Leben, es bringt ein Stück das andere um“, wobei man nur nicht begreift, wie der motorische Apparat, z. B. bei moralischen Leiden des Individuums, für sich zu einer Absicht kommen und diese ohne anderweitige Autorisation soll ausführen können.

1946. Das geistige Wesen des Menschen ist nicht bloß graduell, sondern principiell von dem der Thiere verschieden. Die Seele des Kindes ist zunächst durch die Beschaffenheit der Eltern bestimmt, entfernter und tiefer durch die Natur des Geistigen überhaupt, welchem eine unerschöpfliche Fülle von Möglichkeiten innewohnt. Darum kann das Kind neben der Gemeinschaft oberflächlicher Züge mit den Eltern eine große wesentliche Verschiedenheit darbieten, die aus jener Unergründlichkeit des Geistes stammt, etwa wie eine aus zwei Elementen hervorgegangene Verbindung beim Zutritt eines Dritten in Aussehen und Kräften wenig oder keine Ähnlichkeit mehr erkennen läßt.

1947. Man kann vom Gesichtspunct a tergo aus sagen: wenn eine gewisse Combination der Stoffe eintritt, so erscheinen die psychischen Phänomene; das Bewußtsein ist nur die Resultante der Wirkungen der körperlichen, namentlich der Hirnorgane. Auf dem Sehpunct a fronte offenbart sich aber der Geist als das Ursprüngliche, zugleich als das Ewige und Beharrliche im Wechsel der Erscheinungen; die Organisation ist nur das vergängliche Werkzeug, durch welches er sich ausspricht. Vom Sehpunct a latere zeigen sich dann Geist und Körper, Seele und Materie

als die einander entgegengesetzten, voneinander abgewandten Seiten, ihrer Erscheinung und Wirkung nach verschoben, der eine als Begriff der Unräumlichkeit, Unzeitlichkeit, Innerlichkeit, Einheit, der andere als das Räumlich-Zeitliche, Außerlich-Viele.

1948. Obschon der individuelle Geist an ein System körperlicher Einrichtungen gebunden ist und nur zur Manifestation kommt, wenn ein solches sich constituirt hat, so übt er dann doch vermöge seiner Natur eine selbständige Macht, hat sein Leben für sich. Die nach fundamentalen Weltgesetzen mit der Organisation gegebene Seele verhält sich als reale geistige Macht, wirkt auf das Innere der Materie und dieses auf sie; das ist der Zusammenhang von Geist und Körper. — Bewegungen, im Geiste in Empfindungen und Vorstellungen umgesetzt, erhalten damit die Signatur der Ewigkeit.

1949. Ist schon die Empfindung nur möglich durch einheitliche Zusammenfassung sinnlicher Zustände und Veränderungen, so könnte noch viel weniger Bewußtsein durch bloße Thätigkeit nebeneinander liegender Theilchen zu Stande kommen. Bewußtsein entsteht eben dadurch, daß sich die Seele von ihren Bestimmtheiten, ihrem Empfinden, Denken, Wollen selbst wieder unterscheidet. Sei es auch, daß das Bewußtsein nicht ein einmal erzeugter und dann ruhender Zustand ist (was bei der in steter Bewegung und Wechselwirkung begriffenen Seele überhaupt undenkbar wäre), sondern stets sich neu erzeugt, so darf es doch nicht ohne bleibendes Substrat, als ein für sich gleichsam in der Luft Schwebendes gefaßt werden, sondern als ein Vorgang mit und für die Seele. Sind mit dem Denken Bewegungen im Hirn und anderen Organen verbunden, z. B. wenn wir sprechen oder auch nur den Ansaß dazu machen, wo wir leise Bewegungen in Mund und Sprachwerkzeugen fühlen, so sind diese leiblichen Vorgänge doch wesentlich von den raumlosen, geistigen des Denkens selbst verschieden.

1950. Auf dem Standpunct des Materialismus ist die vitale Kraft nichts Anderes als eine Molecularthätigkeit, und die höchste Steigerung derselben im Gehirn ist die Seele, welche ebenfalls den allgemeinen physikalischen Gesetzen unterworfen ist. Das Gehirn ist aber nur der präparatorische Apparat der Sensationen

für die Seele und der regulatorische der Bewegungen für den Leib, endlich das beim Denken in Mithätigkeit gesetzte Organ. Von den Sinneswerkzeugen umgeben, seine Leitungsdrähte bis an die Grenzen des Leibes, an Millionen Punkte der Peripherie ausspannend, alle Eindrücke und Anstöße von außen empfangend und sammelnd, vermöge seiner mechanischen Structur sie ordnend und für die geistige Anschauung vorbereitend, ist es zugleich das geeignete Organ, alle Willensimpulse nach außen fortzupflanzen. Die Seele ist nur in ihren unteren Regionen mit dem Organismus, speciell mit dem Gehirn verbunden, welches nach Volkman's Ausdruck eine Vielheit vereinzelter Kräfte zu Gunsten eines organischen Zweckes in passende Verbindung setzt, nachdem die Seele den Anstoß hiezu gegeben hat.

1951. Psychische Thätigkeit hat öfters schon bei Erkrankung und großem Substanzverlust des Hirnes stattgefunden; in einem Fall von Magenbie war die rechte Halbfugel zu einem häutigen Blättchen verkümmert, und doch hatte der betreffende Mensch, der von Jugend an auf der linken Seite gelähmt war, bis zum letzten Augenblick seine geistigen Fähigkeiten. Man wendet gegen Beobachtungen dieser Art ein, daß eine Hirnhälfte für die andere vicariren könne, wie wir noch mit einem Auge oder Ohr sehen und hören, im einen wie im anderen Fall jedoch mit Beeinträchtigung der functionellen Vollkommenheit, — eine Erklärung, die aber keineswegs auf alle Fälle paßt.

1952. Das Gehirn ist dem Gesetz der Erhaltung der Kraft unterworfen wie alles Organische. Die äußeren Potenzen: Nahrung, Luft, Licht, Schall werden sich in Gehirnthätigkeit umsetzen, die nur möglich ist, wenn jene (zunächst das Blut als ein Hauptträger derselben) dem Gehirn nicht entzogen werden. Da aber Gehirnthätigkeit nicht Seelenthätigkeit, obschon diese mit jener verbunden ist, wenn sie bewußte sein soll, so kann unbewußte Seelenthätigkeit ohne das Gehirn stattfinden. Aber auch die bewußte Seelenthätigkeit ist an und für sich nicht Thätigkeit des Gehirns; sondern wird nur durch seine Mitwirkung bewußte.

1953. Das Gehirn, eine Vielheit von Organen ohne beherrschendes Centrum, ist zur Erzeugung des Bewußtseins noth-

wendig, weil dieses im irdischen Leben des Geistes nur bei dessen Wechselwirkung mit der Welt zu Stande kommt. Ueberall, wo dieser durch das Gehirn und die Sinne vermittelte Zusammenhang aufgehoben ist, wie im Schlafe, der Ohnmacht durch Erschütterung des Gehirns oder Blutverlust, tritt Bewußtlosigkeit ein und die Seele lebt dann nur ihr eigenes Leben. Ungewöhnliche Steigerung der geistigen Kraft in der Ekstase, dem Nachtwandeln, großer Gemüthsregung beruht auf der Energie der Seele, mit welcher sie dann auch Hemmnisse und ungünstige Bedingungen überwinden kann.

1954. Der Geist hat zwar kein räumliches Dasein, aber ein räumliches Gebiet, in welchem er wirkt: zunächst in seinem Körper und hier wieder im Gehirn, wo die Hauptangriffspunkte des Geistes liegen. — Schelling meinte, das physische Universum sei der Grund aller Bewußttheit, — aber der Geist wird nicht bloß durch sinnliche Vorstellungen erregt, sondern auch durch die Influenz der Geisterwelt und Gottes, der auf sein Innerstes wirkt.

1955. Bei allem Stoffwechsel wissen wir uns bis zum letzten Augenblick als das gleiche Ich, welches keine „Abstraction des Zusammenhanges der verschiedenen Theile unserer Persönlichkeit“ ist, wie Ego die Ich definirt, sondern im Gefühl begründet ist, daher schon das kleine Kind sich „Ich“ nennt. Und wer wird Versicherungen einen Werth beilegen, wie: „das Bewußtsein ist die in sich selbst zurücklaufende Richtung aller Erfahrung, vermittelt durch kreisförmigen Faserlauf, Reflexion, Rotation“, oder: „das Bewußtsein ist die in sich selbst zurücklaufende Richtung der physikalischen Thätigkeit im Hirn; Vorstellung, Begriff, Urtheil, Schluß u. entstehen sämmtlich nach physikalischen Gesetzen“ —?

1956. Man hat Vorstellung und Bewußtsein davon abhängig sein lassen, daß die der geistigen zu Grunde liegende „psychophysische“ Thätigkeit jenen Grad der Stärke, den man die Schwelle nennt, übersteigt; im Schlafe sinkt sie ganz unter diese Schwelle, über welche sie sich im Wachen wieder erhebt. . . . Wie das ganze Bewußtsein seine Schwelle hat, welche die Scheide zwischen Schlaf und Wachen des ganzen Menschen bildet, so auch alles Besondere im Bewußtsein, worauf es beruht, daß während des Wachens bald dieses, bald jenes im Bewußtsein auftaucht oder

erlöscht, je nachdem die besondere Thätigkeit, woran es hängt, die Sonderschwelle übersteigt oder darunter sinkt".*) Die Aufhebung des Bewußtseins im Schlafe, der Ohnmacht u. würde also nicht in der Seele begründet sein, sondern durch die Unterbrechung ihrer Wechselwirkung mit den Centralorganen und dadurch auch mit der Außenwelt herbeigeführt werden.

*) F e c h n e r, Elemente der Psychophysik, Cap. 10, 38, 39, 42.

1957. Ganz geistige Bewegungen, wie Freude oder Trauer in sehr hohem Grade, können auch Bewußtlosigkeit herbeiführen durch centrifugale Wirkung von der Seele auf das Gehirn, welches von der Seele aus in Zustände versetzt wird, die seine Function unmöglich machen.

1958. Gedächtniß und Erinnerung zeigen ebenfalls, daß Geistesthätigkeit nicht bloß Hirnthätigkeit sein kann. Wie sollten denn bei dem unaufhörlichen Stoffwechsel Jahrzehnte hindurch Anschauungen und Erkenntnisse auf das Klarste und bestimmteste sich forterhalten und gerade in der Jugend erlangte in der vollkommensten Art? Alles Verschiedene wird als solches gesondert bewahrt, Farben und Töne fließen nicht als Mittelbilder zusammen. Die leichesten wie die mächtigsten Einwirkungen stehen nebeneinander, nicht als „Hirnspuren“ und „Gedächtnißnarben“, sondern als eine unräumliche Gedankenwelt, wie das eben die Natur des Geistes ist, der das Disparateste in seiner Einheit bewahrt und zusammenhält.

1959. Bei der Erinnerung handelt es sich nicht etwa um ein Hervorholen fertig bewahrter Bilder, sondern um eine wahrhafte Reproduction der früher gehaltenen Eindrücke nach ihren Hauptmerkmalen und mit einer gewissen Freiheit der Phantasie. Dabei wird nicht allein die Person oder der Gegenstand, um die es sich hauptsächlich handelt, sondern es werden häufig auch die ganze Situation und Umgebung, die gehaltenen Gefühle und Gedanken mit reproducirt. Angeregt wird der ganze Proceß durch die Vorstellungen, die eben gegenwärtig vor dem Bewußtsein stehen, nach dem Gesetz der Association.

1960. Auch das Schwinden des Gedächtnisses für gewisse Dinge: Zahlen, Wörter, Personen, oder auch für gewisse Lebensabschnitte, beweist nicht, daß die Erinnerung eine bloß körperliche

Function sei. Sie kann, wie andere Aeußerungen des Seelenlebens, durch körperliche Vorgänge verhindert werden, welche im inneren Zustande der Seele solche Veränderungen hervorbringen, daß es ihr unmöglich wird, das Wissen um diese Kategorien der Erinnerung kund zu geben, obschon die Möglichkeit der Reproduction ihr erhalten bleibt. Mancher, der in Folge körperlicher Einwirkungen geisteskrank geworden und während der ganzen Dauer der Krankheit die Erinnerung an sein voriges Leben verloren hatte, erhielt sie augenblicklich wieder, nachdem die Krankheit geschwunden war.

1961. Die Seele ist nicht von der Causalität entbunden, und ihr Leben entbehrt nicht der Gesetzmäßigkeit in der Wechselwirkung ihrer Thätigkeiten und Zustände, aber diese Gesetzmäßigkeit ist eine andere als in der sichtbaren Welt. Alle tieferen Seelenerscheinungen und Seelenacte, welche im Gefühl und Willen begründet sind, entziehen sich auf immer sowohl der Berechnung als dem Experiment. Sie hängen von der individuellen Grundbestimmtheit der Seele ab, welche schon mit der Entstehung des Menschen gesetzt wurde, und sind Manifestationen und Consequenzen jener. Eine mathematische Behandlung des Seelenlebens kann daher nur geringe Ansprüche machen. Es handelt sich hier nicht bloß um Größen und Größenverhältnisse, für die übrigens ein Maßstab fehlt, sondern um intensive Zustände und Qualitäten, welche durch Zahlen und Zahlenverhältnisse nicht ausdrückbar sind.

1962. Die Herrschaft des Geistes über den Organismus ist eine beschränkte, weil eigentlich nur die Bewegungs- und Sinneswerkzeuge seine Domäne bilden; auf sämtliche Organe des bildenden Lebens übt er nur einen sehr geringen Einfluß, erhält auch von deren Zuständen nur dunkle Kunde. Selbst im Gehirn gehen die Bildungs- und Leitungsprocesse ihren naturgesetzlichen Gang, und der Geist kann gleichsam auf dem Ocean der Empfindungen, der von außen her sich füllt und auf und nieder wogt, nur nach dieser oder jener Richtung segeln.

1963. Physiognomische Schlüsse aus der äußeren Erscheinung des Menschen auf seine geistige Beschaffenheit dürfen nur mit Vorsicht gezogen werden. Manchmal stehen die Körperform, die einzelnen Theile, z. B. Hand und Fuß, die Farbe der Haut, der Haare und Augen, in einer Uebereinstimmung mit der Psyche, anderemal wieder nicht; nicht immer wohnt eine schöne Seele in einem schönen Körper. Am ehesten darf aus der Aeußerlichkeit auf das Temperament geschlossen werden, welches vorzugsweise ein Naturbestimmtes ist.

1964. Die Zustände der einzelnen Systeme des Organismus reflectiren sich fortwährend in der Psyche, der einen schwächer und dunkler, der anderen stärker, klarer, und rufen Empfindungen und Vorstellungen hervor, die ihnen analog sind. Hat man ja schon lange das Leben der Unterleibsorgane in eine Beziehung zur Sinnlichkeit, der Brust zum Gemüth, des Kopfes zum Intellect gebracht. Am ununterbrochensten spiegeln sich die Zustände der Nerven und des Blutes in der Psyche ab, bald den Lauf der Vorstellungen beschleunigend und die Begehren steigend, bald beides herabstimmend. Gefühle und Vorstellungen sind Transpositionen körperlicher Vorgänge in geistige; gesteigerte Energie des Genitalsystems z. B. transponirt sich in wollüstige, Störungen, Druck in Eingeweiden in düstere Vorstellungen.

1965. Andererseits wirkt das psychische Leben wieder auf das organische, zwar nicht auf dessen Mobilität, aber doch als fördernder oder hemmender Antrieb, etwa wie die Temperatur dieses thut. Und zwar pflanzen sich die Zustände der Seele und ihre Willensimpulse durch die Nervenbahnen auf die peripherischen Organe fort, verändern deren Zustände und reizen sie zu Functionen. Hirn und Rückenmark sind das vermittelnde Glied zwischen Seele und Außenwelt, zu welcher auch in gewissem Sinne der eigene Leib gehört.

1966. Mit der Reaction auf die Empfindung werden im Gehirn mechanische und chemische Veränderungen gesetzt, die eine Uebertragung auf motorische Nervengebilde veranlassen, durch welche Bewegung hervorgerufen wird. In vielen Fällen kann aber, der physischen Nothwendigkeit entgegen, die Bewegung sistirt werden, wenn der Geist aus anderen Motiven dem Naturlaufe entgentreten will. Nur die reflectirte Bewegung erfolgt

allein nach den Gesetzen desselben; bei der willkürlichen tritt der Geist als weiterer Factor ein und kann diese auch bei Mangel äußerer Reize durch spontanen Entschluß hervorrufen. Der Mittelproceß, welche die Bewegung möglich machen, wird sich der Geist so wenig bewußt als jener anderen, welche durch die Wechselwirkung zwischen Welt, Organismus und Seele die Empfindung hervorgehen lassen; die secundären Bedingungen der Bewegung und die primären der Empfindung werden durch die Natureinrichtung mit mechanischer Nothwendigkeit erzeugt. Die Seele verhält sich beim Willensact zu Hirn und Nerven so, wie sich bei der Hervorrufung der Empfindung die Außenwelt zu Nerven und Hirn verhält: als Reiz.

1967. Zweckmäßige Bewegungen an und für sich sind noch keine seelischen, denn sie kommen auch in der unbewußten Natur vor. Seelisch sind Bewegungen nur, wenn sie durch den Willen eines bewußten Wesens erfolgen, wobei die mechanischen Einrichtungen des Organismus zur Ausführung mit Absicht in Thätigkeit versetzt werden, wozu nicht Kenntniß derselben, sondern nur ein Willensanstoß nöthig ist. „Der Irrthum bei der Wahl der Mittel“, sagt Kufmaul, *) „kann mehr für die Thätigkeit einer seelischen Kraft beweisen als die überlegteste Zweckmäßigkeit, womit die kunstreichste Maschine arbeitet.“

*) Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen, Leipzig und Heidelberg 1859.

1968. Die Herbart'sche Schule nimmt im höheren thierischen Organismus mehrere Centralwesen an, niedere z. B. im Rückenmark, von welchen die Reflexbewegungen ausgehen. Geht das höhere Centralwesen im Gehirn durch Enthauptung verloren, so können jene auf die Reize selbständiger reagiren, worauf die Schwimmbewegungen des enthaupteten Frosches, das Stechen des abgetrennten Wespenleibes u. beruhen. Vom Menschen abwärts wird die Kraft der Hirnseele (nach dieser Vorstellung) schwächer, jene der Rückenmarks- und Ganglienseelen nimmt zu.

1969. Die qualitativen Seelenzustände müssen auf bestimmte Körperorgane wirken, weil zwischen beiden Beziehungen bestehen. Die körperlichen Zustände setzen sich in psychische um und solche können wieder leibliche Vorgänge ver-

anlassen. Farben, Töne, Gerüche verschwinden als solche und erzeugen Empfindungen, etwa wie beim chemischen Proceß Licht und Electricität erscheinen, und psychische Bewegungen veranlassen körperliche Proceßse. Was aber vom Leibe auf die Seele wirkt, ist eben das innerste Wesen, was auch im leiblichen Stoff ist, und auf dieses wirkt zunächst auch wieder die Seele. Alle Wirkungen solcher Art können in ihren Schranken bleiben oder diese überschreiten.

1970. Durch Influenz der Seele auf den Leib kommt auch das — von Manchen mit Unrecht bezweifelte — Versetzen der Schwangeren zu Stande, wobei die Schranken durchbrochen werden, welche das seelische und körperliche Gebiet geschieden erhalten, etwa wie ein Strom seine Ufer überfluthend sich durch Gegenden Bahn bricht, wo sonst kein Bett für ihn ist. So wie der jähe Schreck über eine Gestalt oder ein Schmerz die Schwangere durchzuckt, erregt die heftige Bewegung — wie die eines Wassers, in das ein schwerer Körper gefallen, — das Geistige, was auch im Leibe, beziehungsweise im Uterus und der sich bildenden Frucht ist, und determinirt den Bildungstrieb zu anomalen Producten, zu einer oft verzerrten körperlichen Nachbildung oder symbolischen Andeutung des von der Schwangern mit Schreck oder Befremden geschauten oder gefühlten Gegenstandes.

1971. Es ist ganz dunkel — wie auch Ludwig zugibt, — welche Organe und Elementartheile des Hirns in nächster Beziehung zum Seelenleben stehen. Obschon bei Auflösung oder Aufbrauchung der grauen Substanz Blödsinn eintritt, stände doch nach Loke (medic. Psychologie 119) nicht sie der Seele zunächst, sondern „Parteien ungefaseter Substanz, die sich, an Masse freilich viel unbedeutender, in den Verbindungstheilen des Gehirns, in der Barolsbrücke und deren nächster Umgebung befinden, und bis zu denen man die Ursprünge der meisten Hirnnerven verfolgen konnte“. Jedenfalls können nicht Hirntheile, welche Empfindung haben und deren Reizung Bewegungen veranlaßt, nächstes Seelenorgan sein, sondern nur die empfindungslosen Hirntheile.

1972. Doch ist gewiß, daß das kleine Hirn das vorzugsweise motorische Organ ist, das große die übrigen psychischen Functionen vermittelt. Aus letzterem entspringen nur Sinnesnerven (aus dem Vorderhirn die Geruchsnerven, dem Mittelhirn die

Sehnerven), aus dem kleinen Hirn die Hörnerven, alle motorischen und noch andere Hirnnerven. Beim Menschen macht das Cerebellum 12 Procent des ganzen Hirnes aus, bei Säugethieren und Vögeln 16 — 35 Procent, so daß hier die Bewegungskraft Gedanken und Gefühl überwiegt. Die Beherrschung ganzer zur Bewegung bestimmter Muskelgruppen erfordert unumgänglich ein Organ, in welchem die motorischen Nerven so angeordnet sind, daß mit der Vorstellung der Bewegung, z. B. des Sprechens, zugleich die Anregung aller zu den entsprechenden Muskeln gehenden Nerven gegeben ist.

1973. Im weiblichen Geschlecht und im Kindesalter fällt das Uebergewicht auf das Großhirn, im männlichen Geschlecht auf das Kleinhirn. Im Großhirn hält Huchle*) wieder den vorderen Lappen, das Stirnhirn, welches im männlichen Geschlechte bedeutender entwickelt ist, für den Sitz der Intelligenz, den hinteren, das Scheitelhirn, welches beim Weibe größer ist, für den Sitz des Gemüthes. Den Vierhügeln soll Gemeingefühl, Instinct u. angehören. Nach Loge (Mikrokosmos I, 371) schlossen nicht sowohl die Hemisphären als vielmehr die inneren und unteren Theile des Gehirns die Organe des geistigen Lebens ein; die Hemisphären hingegen erzeugten die nervöse Kraft, regelten die Reizbarkeit jener inneren und unteren Organe und gewährten endlich eine Art von Resonanz. „Die corpora striata, die Gehirnhügel, Vierhügel, Brücke und die einzelnen in der Nachbarschaft dieser Theile gelegenen Kerne von Fasern und Zellen halte ich für jene Organreihe, in welcher die Combination der Sinnesindrücke zu räumlicher Auffassung und mit Erregung motorischer Nerven zu zweckmäßig gruppirten Bewegungen hervorgerufen wird, und da in dieser Aufgabe mit Einschluß der Ausbildung der Gefühle die Summe der möglichen Leistungen des Körpers besteht, so können jene Theile überhaupt ausschließlich als die Organe der Seele betrachtet werden.“**) Nach Carus soll das Vorderhirn dem Erkennen dienen, das Mittelhirn Sitz des Gemüthes, das Hinterhirn des Willens sein. Aber aus dem Hinterhirn entspringen die Hörnerven, aus dem Vorderhirn die Nerven, und doch sind erstere für den Intellect von viel größerer Bedeutung. Die Sehnerven kommen aus dem

Mittelhirn, und doch stehen Gehör- und Geruchssinn zum Gemüth in viel innigerer Beziehung. Fühlen, Wollen und Denken sind eben Seelenfunctionen und nicht an besondere Theile des Gehirns gebunden.

*) Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere, Jena 1854.

**) Foge, medic. Psychologie, S. 573.

1974. Nichts destoweniger haben ohne Zweifel die einzelnen Hirnthelle ihre besondere Bestimmung, aber nicht im Sinne der Phrenologie und Kranioskopie, sondern im Sinne der mechanischen Bestandtheile einer Maschine, die nicht als solche lauter specielle und isolirte Functionen zu vollziehen, sondern zur Erreichung der allgemeinen Zwecke der Maschine zusammen zu wirken haben. — Die Hirnthelle sind weder genau anatomisch getrennt, noch histologisch im Wesen verschieden; nimmt man einzelne derselben weg, so treten ganz andere Wirkungen ein, als nach der phrenologischen Anschauung eintreten müßten. Ein großes Gehirn deutet keineswegs immer auf größere Geisteskraft, und die stärkere Ausbildung eines Hirnthelles gibt sich nicht immer durch stärkere Vorrangung am Schädel kund. Gerade die wichtigsten Organe liegen an der Basis oder im Innern des Gehirns. Bei den unteren Wirbelthieren schwinden immer mehr Hirnorgane, schon bei den Vögeln der Schwielenkörper und die Barolsbrücke, ohne daß bestimmte Seelenfähigkeiten fehlten.

1975. Die Vergleichung des Gehirns und Nervensystems mit einem elektrischen Apparat hat ihre Wahrheit, wenn man nicht, wie dieß Huschke thut, die Seelenthätigkeiten mit den Hirnthätigkeiten zusammenwirft, so daß wir z. B. nach ihm doppelt denken, in jeder Halbkugel besonders, wobei jedoch die Balkenfaserung, welche die beiden Halbkugeln verbindet, das Zusammenfließen des doppelten Gedankens in einen einzigen bewirkt. Er vergleicht die Hemisphären zwei kolossalen Plattenpaaren, Erzeugern der cerebro-elektrischen Ströme, die Commissuren sind feuchte Leiter, die Centralwindungen Mittelpunkt und Pole der Hemisphären, die Gewölbe sind die Schließungsdrähte, die Ernährung aus dem Blute ist der Oxydationsproceß. Am kleinen Gehirn ist der Indifferenzpunct der Wurm und die Hemisphären sind seine symmetrischen Pole, die Brücke feuchter Leiter, die Schenkel Schließungsdrähte.

1976. Mit Hilfe besonderer Vorrichtungen kann man im Kleinen durch den Nervenstrom Wirkungen hervorbringen wie im Großen mit der Volta'schen Säule: die Magnetsnabel ablenken, sogar Wasser und andere Verbindungen zerlegen. Man kann auch die Größe der Kraft bestimmen, durch welche die Empfindung erzeugt wird, und die Stärken und Unterschiede der Empfindungen messen, besonders jener des Lichtes, Schalles und Druckes. Die Intensität der Empfindung ist abhängig von der Intensität des Nervenvorganges; „die Empfindung wächst wie der Logarithmus des Reizes“. *)

*) Wundt, Vorlesungen über Menschen- und Thierseele, 2 Bände, Leipzig 1863—64.

1977. Wirkt ein Reiz auf das Ende eines Sinnesnerven, so nimmt die Intensität des Nervenstromes in selbem ab so lange als der Reiz währt, welcher demnach einen Theil der elektrischen Kraft des Nerven aufhebt, um so mehr, je stärker der Reiz ist.

1978. Die Leitung jener Zustandsänderungen in den Nerven, durch welche Empfindung und Bewegung zu Stande kommt, ist an eine bestimmte Zeit gebunden, deren Dauer Helmholtz kennen gelehrt hat. Ihre Geschwindigkeit beträgt im lebenden Menschen nur $61\frac{1}{2}$ Meter in der Secunde, ist also fünfmillionenmal langsamer als das Licht und fast fünfmal langsamer als der Schall. Ein Empfindungsreiz braucht, um zum Rückenmark oder Hirn zu gelangen, von $\frac{1}{680}$ bis $\frac{1}{68}$ Secunde, um bewußt zu werden aber im Ganzen $\frac{1}{3}$ Secunde. Bis dann auf die Empfindung Muskelwirkung erfolgt, mag $\frac{4}{5}$ — $\frac{5}{4}$ einer Secunde verfließen. Liegen Sinneswahrnehmungen um weniger als $\frac{1}{10}$ Secunde auseinander, so kann ihnen der Gedanke nicht mehr folgen. Bei einer Taschenuhr beträgt die Zeit zwischen zwei Schlägen $\frac{1}{5}$ Secunde, und es ist schon schwer, längere Zeit die einzelnen Schläge nachzuzählen. Wundt hat a. a. O. I, 38 eine Methode angegeben, den schnellsten Gedanken zu messen und findet dafür im Mittel $\frac{1}{8}$ Secunde nöthig. Drängen sich zwei verschiedenartige Eindrücke gleichzeitig auf, so geschieht ihre Auffassung doch nur nacheinander, was zugleich beweist, daß der Gedanke eine bestimmte Dauer hat und zwei Gedanken nicht gleichzeitig stattfinden können. Durch Richtenberg, Bessel, Hanekroth ist ermittelt

worden, daß wir immer nur eine Empfindung nach der anderen, nicht z. B. gleichzeitig eine Ton- und Sehempfindung haben können. Man kann auch nicht zugleich eine Sache beurtheilen und sich auf eine andere besinnen. Was uns gleichzeitig dünkt, folgt nur sehr rasch aufeinander.

1979. Von den Sinnesorganen haben Gesicht und Geruch eine nähere Beziehung zum Intellect, Gehör zum Gemüth, Geschmack zur Sinnlichkeit, Getast zum Willen. Die auf die Sinnesnerven treffenden Reize ändern nicht nur die Bewegungsverhältnisse von deren Molekülen, sondern rufen in diesen besondere Zustände hervor, die sich zum Centralorgan fortpflanzen und die Empfindung anbahnen, d. h. in der Seele selbst einen bestimmten Zustand veranlassen, der zum Bewußtsein gelangt. Für Auge und Ohr gibt es nur Schwingungen, Farbe und Klang gibt es nur für die Seele. Die Empfindungen sind daher nicht etwa Abbilder der äußeren Gegenstände, sondern Consequenzen derselben, wie sie aus der Natur der Seele folgen. Die Empfindung ist ein Product aus dem Zustand der erregten Nerven und der selbständigen Thätigkeit der Seele und gehört wesentlich letzterer an. F e c h n e r meint, im Gehirn würden zusammengesetzte physische Vorgänge in einfache psychische Resultanten zusammengezogen, deren Qualität sich nach der Zusammensetzung ändert.

1980. Daß diese Eindrücke in dieser Art auf die Seele wirken, sie in diese bestimmten Zustände versetzen, ist eine Folge ihrer bestimmten Natur. Seelen anderer Art würden dieselben Töne, dieselben Farben in andere Zustände versetzen. Auf barbarische Völker, ja selbst auf die Chinesen wirkt unsere schönste Musik nicht angenehm. Der Zauber der Melodie, welche die innigsten und lebhaftesten Gefühle erregen kann, beruht darin, daß die Gefühle, welche den Urheber derselben bei ihrer Hervorbringung begeisterten, sich in uns reproduciren.

1981. Weil die äußeren Anregungen von einzelnen Punkten und Gegenden ausgehen und nach der Natur derselben sich verschieden gestalten, erhält die Seele, welcher das Vermögen der Raumvorstellung zukommt, ein deutliches Raumgefühl nicht nur von ihrem Körper, sondern auch von den äußeren Gegenständen,

die auf diesen wirken. Durch Combination der Empfindungen, Gefühle und Bewegungen wird nach und nach, hauptsächlich durch Thätigkeit des (beweglichen) Auges und des Tastsinnes, eine räumliche Weltauffassung möglich, die aber als solche ebenfalls ein Geistiges ist. Die Vorstellung der Räumlichkeit ist nichts Räumliches mehr. Nichts destoweniger werden die einzelnen Empfindungen von bestimmten Localzeichen, wie Locke sie nennt, die sich an sie, sei es in den peripherischen Nerven oder im Centralorgan, heften, begleitet sein, welche die Seele auseinander hält und so räumliche Anschauung gewinnt. Wenn z. B. die Tastkörperchen an Größe abweichen, hier zerstreuter, dort gedrängter stehen, an einem Orte unter dünneren, an anderen unter dichteren Bedeckungen liegen, etwa sogar der Function nach verschieden, die einen für Wahrnehmung des Druckes, die anderen der Temperatur organisirt sind, an manchen Stellen nur eine Art vorkommt, an anderen mehrere, so werden durch diese Verhältnisse eine Menge Localzeichen der Eindrücke möglich werden. Man kann diese Localzeichen als verschiedene Systeme von Bewegungen sich denken, welche der Reiz hervorruft, und die durch den isolirten Verlauf der Primitivfasern getrennt gehalten werden. Sie müssen sich in den häufigen Ausbreitungen aller Sinnesnerven bilden und liefern das geordnete Material für die Seelenverrichtungen.

1982. Psychophysik nennt Fechner die Gesetze, nach denen Leib und Seele zusammenhängen. Das allgemeinste Gesetz ist dieses, daß nichts im Geiste besteht, entsteht, geht, ohne daß etwas im Körper mitbesteht. Ein anderes Grundgesetz ist dieses, daß das Geistige den Charakter relativer Einheit oder Einfachheit gegen das Körperliche trägt. Ein weiteres, zuerst von Weber ausgesprochenes, von Fechner umfassend bearbeitetes psychophysisches Grundgesetz lautet dahin: der Unterschied zwischen zwei Empfindungen bleibt gleich, obwohl die absolute Stärke der beiden Eindrücke sich verändert, wenn nur die Stärke der betreffenden Reize sich in gleichem Verhältniß ändert.

1983. Wie ohne unser Zutun der Zustand der centralen Nervenenden im Gehirn sich zur Empfindung in der Seele umsetzt, so erfolgt auch durch unbewußte und unwillkürliche Thätigkeit

der Seele die Verbindung aller Empfindungen zu einem Totalbild der äußeren Welt, in welchem Alles, ob schon in der Seeleraum- und zeitlos nebeneinander, nach Raum und Zeit zusammengeordnet ist. Dieses Totalbild der Welt, die Weltanschauung, gestaltet sich in jeder Seele anders, arm und dürftig, trüb in der einen, reich und voll, klar in der anderen, je nach der Empfänglichkeit und Energie einer jeden.

1984. Die Empfindungen sind die Grundlage, das Material für die weitere Entwicklung der Seelenthätigkeit und erregen zunächst die Vorstellungen. Zur Erwerbung einer deutlichen Vorstellung bedürfen wir wenigstens $\frac{1}{8}$ Sec., und alle 12 Sec. vermögen wir einen Begriff zu bilden. (Wundt.) Daß von den unzähligen Vorstellungen und Gedanken nicht zwei oder mehrere vollkommen gleichzeitig bewußt werden können, war schon Aristoteles bekannt. Sind nahe gleichzeitige Vorstellungen entgegengesetzt, so hemmen sie sich. Indem die Vorstellungen einander fortwährend verdrängen, werden die schwächeren latent, können aber unter günstigen Umständen wieder in das Bewußtsein treten; Erinnerung ist Bewußtwerden einer früheren Geistesthätigkeit. Wird eine Vorstellung wieder reproducirt, so bringt sie auch die ihr gleichartigen oder entgegengesetzten Vorstellungen mit in das Bewußtsein, weil Association auch unter den latenten Vorstellungen fortbesteht. Unbewußte Vorstellungen nennt man solche „unter der Schwelle“. Die nähere Ausführung der Lehre von den Vorstellungen ist Aufgabe der Psychologie.

1985. Gleich den Vorstellungen wechseln auch Gefühle, Affecte und Begehrungen unaufhörlich an Inhalt, Klarheit und Energie, was theils aus der Natur der Seele, theils aus der unaufhörlichen Zufuhr neuer Vorstellungen folgt.

1986. Die Association der Vorstellungen geschieht hauptsächlich nach ihren Verwandtschaften und ihren Gegensätzen, und zwar unbewußt und unwillkürlich so, daß im ersteren Falle die verwandtesten sich am leichtesten verbinden und die entfernteren sich um sie gruppiren.

1987. Ist auch das Gehirn vermöge seiner Organisation einer Verknüpfung der dasselbe treffenden Eindrücke fähig, so gehört die Vorstellungswelt, von der der Seele immer nur ein

kleiner Theil gegenwärtig ist, doch nur ihr an, welche auch gewisse Vorstellungen willkürlich erwecken oder zurückdrängen kann. Erlöschen gewisse Kategorien derselben, z. B. in krankhaften Zuständen, zeitlich oder für immer, so mag dieses theilweise in Affectionen des Hirnes begründet sein, welches die gehaltenen Eindrücke der Seele nicht zu übermitteln vermag, oder ihr für die Kundgebung der Vorstellungen den Dienst versagt. Oft wiederholte Vorstellungen erlangen solche Stärke, daß sie häufig wiederkehren und andere zurückdrängen.

1988. Klare Vorstellungen sind immer mit dem Worte verbunden, und man hat mit Recht bemerkt, daß je reicher die Vorstellungswelt eines Menschen, desto reicher auch sein Wörterbuch ist. Shakespeare, der reichste Schriftsteller, hat 15,000 Worte, ein englischer Tagelöhner nur etwa 300. Nur die Sprache und Schrift machen Ueberlieferung und hiemit Entwicklung der künftigen Geschlechter auf dem Grunde der Erfahrung vorausgegangener Geschlechter möglich; daher bleiben die Thiere, weil sie keine Begriffssprache haben, ewig unfähig zur Entwicklung.

1989. Man hat „den Kampf um das Dasein, die Erlösung alter Formen, die große Ausbreitung und Differenzirung einzelner Arten“ auch auf sprachlichem Gebiete zu erweisen gesucht. *) Manche Sprachen ändern sich in nicht sehr langer Zeit ungemein, wie z. B. jene der Römer, die um das Jahr 1000 nach Christus eine Sprache redeten, die ebenso verschieden von der Sprache der alten Römer wie von der jetzigen italienischen war.

*) Schleichner, die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft, Weimar 1863.

1990. Die Vorstellungen sind die Grundlage des intellectuellen Seelenlebens, welches mit dem Vergleichen beginnt, Uebereinstimmung und Unterschied erkennt und vom Schließen und Urtheilen zum Begriff fortschreitet. Aber das Sondern und Zusammenstellen, das Fortgehen durch die Abstraction zu umfassenderen Begriffen gewährt noch nicht die wahre Einsicht in das Wesen der Welt und des Geistes, welches nur durch die Vernunft erfaßt wird, welcher der Verstand nicht nur, sondern auch die Phantasie und das Gemüth dienstbar werden.

1991. Der größte Theil des menschlichen Seelenlebens kommt

übrigens in der Regel nicht zum Bewußtsein, sondern spielt sich nach eigenen Gesetzen hinter demselben ab. Nicht nur liegt dieses unbewußte Leben überhaupt dem bewußten zu Grunde, welches letztere gleichsam nur die äußerste Oberfläche des ersteren darstellt, — sondern Vieles, was man ausschließlich in das bewußte Leben zu verlegen geneigt sein könnte, erhält seine Vorbereitung im unbewußten, welches nach Art des Instincts verläuft, wie Stahl schon im 17. Jahrhundert gesagt hat, „zwar auch ratione oder λόγῳ, aber nicht ratiocinio oder λογισμῳ“. Wie oft sind wir nicht augenblicklich mit unserem Urtheil über eine Sache fertig, dessen Entscheidungsgründe erst bei weiterem Nachdenken zum Bewußtsein kommen. Im bewußtlosen Zustande befindet sich die Seele in einem für uns verborgenen Leben, wobei vielfache innere Veränderungen doch in ihr fortgehen.

1992. Als Mittelglied des bewußten und unbewußten Geisteslebens bezeichnet Fichte die Phantasie, „ein unmittelbar bewußtlos, aber nach den Typen und Grundbildern eingeborener Vernunft, d. h. absolut zweckmäßig bildendes Vermögen“. Was er Phantasie nenne, sei das „Dämonische“ des Aristoteles.

1993. Die Instincte, welche im Thierreiche eine so wichtige Rolle spielen, fehlen im Menschen keineswegs, aber ihre stille unbewußte Wirksamkeit wird verbunkelt durch die bewußte, wie die Strahlen der Gestirne durch das übermächtige Licht der Sonne. Nichts destoweniger läßt sich der Mensch sehr häufig von ihnen leiten; der Instinct ist es, welcher den Säugling zur Mutterbrust zieht, welcher das Kind bei gewagten Bewegungen und an gefährlichen Stellen vor dem Fallen schützt, welcher bei Schwangeren, Kranken, Schlafwachen Lebensordnung und Heilmittel angibt, welcher uns antipathische Personen meiden läßt und in der Ahnung vor drohendem Unglück warnt.

1994. Eine gewisse Classe von Phänomenen, die man mit dem Namen der magischen bezeichnet hat,* scheint zu beweisen, daß die Seele unter besonderen Umständen wahrnehmen, erkennen, auch wirken kann ohne Vermittlung der Organe des Leibes, und zwar dadurch, daß sie mit Umgehung dieser unmittelbar mit dem Geistigen in den Dingen direct in Verbindung tritt. Die Energie

und Idealität der Vorstellungen in solchen Zuständen übertrifft sogar oft sehr jene des gewöhnlichen Lebens.

1995. Das Schauen, Fühlen und Wirken der Betreffenden ist dann mehr oder minder frei von den Schranken des Raumes und der Zeit. Sowohl in der Tages- als in der Traum- und somnambulen Ekstase sehen dieselben mit dem geistigen Auge ferne Personen und Vorgänge; der Schlafwache nimmt in dem ihm verbundenen Magnetiseur und in den in Rapport gesetzten Personen nicht nur Körperleiden wahr, sondern auch Gedanken und Gefühle, durchschaut auch den eigenen Leib, weiß manchmal um vergangene oder bevorstehende Ereignisse. Ich habe diese Zustände ausführlich in besonderen Werken behandelt.

1996. Außer dem Denken und Wollen hat man lange auch das Fühlen zu den Hauptthätigkeiten des Geistes gerechnet, aber die neuere Psychologie betrachtet letzteres nicht mehr als Thätigkeit, sondern als Zustand, als das unmittelbare Innwerden seiner selbst, als das reine Insiichsein des Geistes.

1997. Die Geistes-thätigkeiten überhaupt erfahren nach den Rassen, den Völkern, den Zeiten vielerlei Modificationen, es ändern sich Anschauungen und Begriffe. Was ein Volk und ein Zeitalter für wahr gehalten hat, kann einem andern als Täuschung erscheinen; selbst die sittlichen Ueberzeugungen sind theilweise bedeutenden Schwankungen unterworfen. Ebenso verschieden ist die Gefühlswelt, das Urtheil über Schön und Hässlich, die Richtung des Geschmacks. Unsere bisherige Psychologie bezieht sich fast nur auf die weiße Rasse; sie muß zu einer vergleichenden Psychologie aller Völker und Zeiten erweitert werden, wozu Lazarus den Anfang gemacht hat.*)

*) Vergl. dessen Zeitschrift für Völkerpsychologie.

1998. Die Freiheit des Willens hat in neuester Zeit heftige Angriffe erfahren und wird von gewisser Seite völlig geleugnet. Die innere Erfahrung und das ganze Lebensschicksal erweist aber, daß der Wille weder absolut bestimmt, noch absolut unbestimmt ist, und im Gegensatz zu der antiken Vorstellung sieht die neue Zeit im freien Willen des Individuums den Begründer seines Schicksals. Wir fühlen deutlich, daß die Triebe und Be-

gehrungen in der Seele bestimmt von dem Entschluß zu einer That verschieden sind.

1999. Schopenhauer lehrt zwar, daß je höher man in der Wesenleiter steigt, desto mehr sich Ursache und Wirkung trennen, bis zuletzt im Menschen eine so große Verschiedenheit in beiden hervortritt, daß es dem rohen Verstande scheint, es sei gar keine Ursache mehr da, es hänge der Willensact von nichts mehr ab, sei also grundlos, d. h. frei. Das menschliche Thun sei aber ebenso streng necessitirt, wie der Fall eines Steines, das Rollen einer Kugel, und so wenig sich diese ohne Stoß rührt, so wenig stehe ein Mensch ohne Motiv von seinem Stuhle auf. — Und wenn Moleschott sagt, der Wille „sei nur der nothwendige Ausdruck eines durch äußere Einwirkungen bedingten Zustandes des Gehirns“, so bemerkt Jakob dagegen: „Also der Vorsatz, dieselbe Bewegung alle 10 Minuten zu wiederholen, hat die merkwürdige Folge, alle 10 Minuten dieselben stofflichen Veränderungen herbeizuführen.“

2000. Alle wissen, daß häufig mehrere Reize auf uns wirken und wir nicht gerade dem stärksten folgen, sondern eine Wahl treffen, welchem wir folgen wollen. Und zwar wählen wir keinesweges, wie Lessing meinte, immer das Beste, indem wir durch unsere Einrichtung vom Schöpfer dazu gezwungen würden, sondern oft das Schlechteste. Sehr häufig werden die Einen zu Handlungen durch gewisse übermächtige Vorstellungen getrieben, welche sie selbst mit Absicht groß gezogen haben, während Andere sie bekämpften und ihnen keine zwingende Macht einräumten. Wenn durch die statistischen Ergebnisse von der gleichen Zahl der jährlichen Verbrechen zc. bei gleich bleibenden Zuständen die Unfreiheit des Willens bewiesen werden soll, so ist dagegen zu erinnern, das dieses Gleichgewicht und diese Periodicität durch allgemeine Einrichtungen der menschlichen Natur und Gesellschaft bestehe, innerhalb welcher die individuelle Freiheit doch ihren Spielraum hat. Die statistischen Ergebnisse beweisen nur, daß in einer gegebenen Menschenmenge immer eine gewisse Zahl vorhanden ist, welche bösen oder guten Neigungen mehr folgen. Keine Gesetzgebung trägt der Ansicht Rechnung, daß der Verbrecher mit Nothwendigkeit das Verbrechen habe vollbringen

müssen, sondern bestraft ihn, weil er es hat vollbringen wollen.

2001. Das Höchste und Beste sind die Gefühle des Schönen, Wahren, Guten und Heiligen, die Ahnungen des Ueber sinnlichen und Ewigen, welche keiner oft nur angeblichen Erkenntniß des Verstandes geopfert werden dürfen, um so weniger als nach den Lehren der geschichtlichen Entwicklung die Widersprüche zwischen Erkenntniß und Gemüth periodisch nur an gewissen Wendepuncten der Bahn stattfinden und immer sich wieder ausgleichen. — Die Religion geht nicht bloß aus Abhängigkeitsgefühl, sondern ebenso sehr aus dem Bedürfniß zu lieben und zu verehren hervor. In der religiösen Erhebung ist nicht bloß der Mensch thätig, sondern es nähert sich ihm auch die Gottheit.*)

*) Nachdem der Dichter gelehrt, daß nur Kraft und Stoff geschaffen seien und aus ihnen dann durch die Natur sich alles Uebrige bilde, mit Ausnahme des menschlichen Geistes, der unmittelbar aus Gott komme, läßt er Beatrice sagen:

Doch unser Leben haucht unmittelbar aus
Die höchste Gültigkeit und füllt mit Lieb' es
Zu sich, so daß es stets nach ihr sich sehnet.

Paradiso, 7. Gesang, B. 142—144.

2002. Feuerländer, Rassen und einige andere Völke sollen keine Vorstellung von Unsterblichkeit haben, Gutes und Böses nicht unterscheiden. Abgesehen von der Unvollständigkeit der hierauf bezüglichen Forschungen beweist dieses nicht, daß ihnen die Anlage für diese Ideen fehlt, sondern eher, daß bei solchen Völkern bis dahin keine höheren Genies aufgestanden sind, an welche jeder Culturfortschritt geknüpft ist. — Mit der Idee Gottes geht im Menschen auch die Idee des Weltorganismus auf, dessen Verständniß nur durch die erstere möglich ist.

2003. Die Vernunft und der religiöse Glaube begründen die Ueberzeugung, daß neben der irdischen Bestimmung der Menschheit das Individuum eine ewige Bestimmung habe. Viele sind unbefriedigt durch dieses Leben, in welchem so viel Schein, Trug und Schlechtigkeit ist, und sehnen sich nach einem vollkommeneren; Anderen genügt dasselbe mit seinen Genüssen und Vortheilen. Aus dem, was ein Mensch begehrt und erstrebt,

läßt sich beurtheilen, ob er ein ewiges Leben wünscht und ob er überhaupt desselben würdig ist.

2004. Wenn die Materialisten den Menschen in seinen „Elementen“ fortbauern lassen, so ist dieses eben so, als wenn man behauptete, ein Buch dauere bei der Verbrennung im Rauch und in der Asche fort. „Ueber den Verlust der Schriften der Alten können wir uns nicht damit trösten, daß die Stoffe der vernichteten Pergamente fortbauern“, sagte Tittmann sehr richtig. Es handelt sich daher um die persönliche bewußte Fortdauer, die allein den Geist befriedigen kann, deren Wahrheit aber nur dann über allen Widerspruch erhoben ist, wenn man annimmt, daß eine Verschiedenheit der substantiellen Wesen der Welt besteht und daß die geistigen unter ihnen so unzerstörbar sind wie die materiellen Atome, und daß der Geist nur nach seiner irdischen Erscheinung an letztere gebunden ist.

C. Die Menschheit.

2005. Im gegenwärtigen Erdalter ist der Mensch zum herrschenden Wesen auf der Erde geworden, und sein Geschlecht hat sich über sie ausgebreitet und erfüllt sie immer dichter bis zu den geheimsten Winkeln der Gebirge, wo die Ströme entspringen, auf die entlegensten Inseln, selbst in die unwirthbaren Einöden. Die Erdoberfläche gewinnt unter seiner Hand ein verändertes Ansehen, Tausende von Arten organischer Wesen verschwinden, wo er bleibend seinen Fuß hinsetzt, denn er duldet nur jene, welche ihm nützen, und verdrängt und vernichtet für sie und durch sie die anderen.

2006. Entstanden in einem wärmeren Klima, hat er, unaufhörlich seit seiner Entstehung wandernd, die heißesten und die kältesten Länder, die fruchtbarsten und ödesten Striche in Besitz genommen, hat hier den heitersten Himmel und eine nur zu dankbare Erde gefunden, die seine Kraft nicht herausfordert und ihn leicht erschaffen läßt, dort trübe und kalte Luft und eine kargliche Natur, die ihn zum Kampf und zur Entfaltung seiner Energie getrieben hat.

2007. Schwerlich kann noch jetzt die Ansicht vertheidigt

werden, daß der Mensch aus einem Zustande paradiesischen Glückes in die rauhe irdische Wirklichkeit verstoßen worden sei. Diese scheint vielmehr überall das Erste und das Letzte für ihn zu sein. Raum kann man zweifeln, daß die frühesten Menschen sogleich auf Arbeit, Noth, Entbehrung, Kampf mit der Thierwelt und der ganzen Natur und leiber auch mit ihres Gleichen angewiesen waren. Ihre Zustände mögen denen der wildesten Völker, welche jetzt noch existiren, sehr ähnlich gewesen sein. Sie waren namentlich in den unfruchtbarern Gegenden sehr bald auf Jagd und Fischfang hingewiesen, da sie die Pflanzencultur noch nicht verstanden. Ueberall waren ihre ersten Waffen aus Stein, Knochen, Holz gefertigt; viele Jahrtausende mochten vergehen, bis sie Metalle schmelzen lernten, bis sie Bronze- und Eisenwaffen zu machen verstanden.

2008. Die kräftigsten Völker der frühen Zeit scheinen in den Gebirgen ihre Wohnstätten gehabt zu haben, die gelbe Rasse im Himalayah, Kuenlin, Thian-schan, die semitischen Stämme im Ararat und Taurus, die Arier im Hindukusch, den Bergen Irans und dem Kaukasus. Auch die Abyssinier (Aethiopen der Alten) bewohnen ein hohes Bergland, und die amerikanischen Culturvölker hatten ebenfalls Gebirgsländer inne. Erst bei großer Vermehrung wanderten diese Völker den Strömen nach wieder umkehrend in die tieferen heißeren Gegenden, wo in Asien die Wiege des Menschengeschlechtes gestanden hatte, in welchen zwar die Ernährung leichter, aber die Reibung unter den Menschen desto größer war. Oft fielen die durch den Kampf mit der Natur gestählten Bergvölker über die weichlicheren Bewohner der fruchtbaren Ebenen mordend und plündernd her.

2009. Die Menschheit kann als ein unermesslicher Baum vorgestellt werden, dessen Wurzeln in eine unbekannte Vergangenheit hinabreichen, dessen Aeste und Zweige in eine unabsehbare Zukunft empor wachsen. Die Arbeitstheilung ist gemäß den zahllosen Aufgaben, deren Erfüllung der Menschheit obliegt, zur höchsten Specification geziehen, wobei jedes Individuum neben seiner speciellen Arbeit noch allgemeine menschliche Leistungen zu vollbringen hat. Die höchsten und umfassendsten Aufgaben sind nur durch die vereinten Kräfte der übereinander hervortretenden

Generationen zu lösen, wobei die früheren immer vorbereitende Arbeiten für die späteren vollbringen.

2010. Im kleinsten Kreise, z. B. der Familie, noch mehr der Gemeinde wirken schon die einzelnen Mitglieder für die Zwecke der anderen, die Bedürfnisse ergänzen sich. Im Staate gewinnt diese Wirksamkeit der Einen für die Anderen eine viel mächtigere Ausdehnung, die Privat- und Gemeindefiskonomie wird zur Nationalökonomie. Die höchste Stufe tritt in dem universalen Haushalt der Menschheit ein, wo nicht nur Individuen und Gemeinden füreinander Güter erzeugen und verwandeln, sondern wo dieses durch die Völker geschieht, wo durch Arbeitstheilung im großartigsten Maßstabe die Nationen für ihre gegenseitigen Bedürfnisse arbeiten, der Chinese z. B. Thee für den Engländer baut, während dieser für ihn Gewebe fabricirt. Der Welthandel vermittelt diesen allgemeinen Völkerverkehr und macht dadurch die gemeinsame Entwicklung zu höheren Stufen der Bildung und Gesittung möglich. Ueberall findet der Mensch Gutes mit Schlimmem gemischt, nirgends Vollkommenheit, aber überall den Antrieb, durch Anstrengung Vollkommneres zu erreichen, überall die Möglichkeit, durch Verkehr mit Anderen den eigenen Mängeln abzuhefen.

2011. Das Glück, nach dem der Mensch mit aller Kraft strebt, scheint bald erreichbar zu sein, aber wie er sich nähert, rückt es wieder in weitere Ferne. Er verbessert fortwährend seine Werkzeuge und seine Methoden, aber im gleichen Maße wachsen die Schwierigkeiten der Aufgaben und auf ein Problem, das er gelöst, folgen zehn andere. Die Erleichterung des Erwerbes macht ihn nicht glücklicher, denn im gleichen Maße wachsen auch die Bedürfnisse und Forderungen. Es nützt z. B. wenig, neue Nahrungsquellen zu öffnen, denn alsobald steigt dann auch die Bevölkerung und sehr bald überwiegt das Bedürfniß wieder den Vorrath. Vermehrt man die Verkehrsmittel, richtet man bessere Beleuchtung oder Bewässerung ein, so erscheint nach einem eigenthümlichen Gesetze nach kurzer Zeit Alles wieder so ungenügend wie zuvor und es sind nur die Arbeiten und Kosten gesteigert worden. — Die Nationen auf den höchsten Stufen der Cultur mit den mächtigsten Mitteln des Angriffs und der Vertheidigung

stehen sich eifersüchtig und beobachtend gegenüber, ganz wie die vereinzelt Wilden der Urzeit, die mit der Steinaxt und dem Speer den Nebenbuhler bei Jagd und Fischfang zu vertreiben und zu vernichten suchten.

2012. Man schafft die Sklaverei ab, aber Millionen verkümmern alljährlich unter dem Druck der Arbeit und der Lasten, und wenn Andere jetzt glücklicher sind, so verfallen vielleicht schon ihre nächsten Nachkommen demselben bittern Loos. Falsche oder selbst getäuschte Lehrer treten auf und versprechen, wenn man ihnen folgen wolle, Hilfe, die doch unmöglich ist. Man mag die Staatsformen, die Gesetzgebung, die Volkswirtschaft so oder anders wenden, — immer bleibt das Elend, unter allen Formen gibt es Herren und Sklaven, Reiche und Arme, Glückliche und Bedauernswerthe, immer kehren dieselben Mißgriffe und Irrungen der Individuen und Völker wieder, und neben dem Treiben der Menschen, die Penelope gleich nächtlich zerstören, was sie am Tage geschaffen, gehen die Naturgewalten ihren unerbittlichen Gang, Krankheiten decimiren die Völker und zuletzt erwartet Jeden das Gewisseste von Allem: der Tod.

2013. Das Erscheinen des Menschen auf der Erde war das Ziel eines großen, Aeonen dauernden Entwicklungsprocesses und wurde nur durch mannigfaltige Vermittlungen und nach langem Kampfe erreicht. Glück und Seligkeit kann das Ziel des mühevollen Ringens der Menschheit nicht sein, denn diese sind sich im Ganzen ziemlich gleich geblieben, und nur Erkenntniß und Wissenschaft haben, wie Buckle richtig bemerkt, eine Zunahme erfahren. Nichtsdestoweniger erscheint jenes Ringen durch ein höheres Gesetz geboten und lohnt, wenn es auch keine dauernde Befriedigung gewährt, mit dem Bewußtsein erfüllter Pflicht. Deutlich zeigt sich, daß der Menschheit bestimmte Aufgaben gestellt sind, welche sie lösen muß, wobei sie relativ vollkommene Zustände erreicht, wodurch aber die Forderungen und Bedürfnisse des individuellen Geistes doch nicht befriedigt werden. Sinn und Verstand kommt nur in das ganze Verhältniß, wenn man das irdische Leben für eine Schule des Kampfes und der Uebung nimmt, wo dann alle menschlichen Leistungen in Familie und Gemeinde, Staat und Kirche, Kunst und Wissenschaft dazu dienen, den

Menschen neben der Erreichung irdischer Zwecke für eine ewige Bestimmung vorzubereiten.

Das Ende.

2014. Das materielle Universum ist entstanden durch Willen und Zulassung des von ihm unabhängig existirenden unendlichen Geistes, welcher einen Theil seines Wesens in ihm offenbart, und hat sich entwickelt nach immanenten Gesetzen, indem die durch den Raum zerstreuten materiellen Substanzen sich zu ungezählten flammenden Körpern verdichteten, auf denen bei der Erhaltung organische Wesen erschienen sind, deren höchste Formen in selbstbewußten Geistern erreicht wurden, indem sich mit den materiellen Substanzen geistige verbunden haben, nachdem die Zeit hiefür gekommen war.

2015. Die Wissenschaft hat nach § 633 u. f. ein Gesetz gefunden, nach welchem, wenn es nicht durch ein anderes, unbekanntes welterneuendes compensirt wird, im Laufe langer Zeiten endlich alle lebendige Kraft in Wärme umgesetzt werden muß, so daß die Erde, die Sonne, und überhaupt alle Weltkörper zuletzt dunkel, kalt und starr werden und alle Organisationen auf denselben untergehen müssen.

2016. Dann bleibt nur das Universum selbstbewußter Geister, die neben und um den ewigen Geist ein keinem weiteren Wandel unterworfenenes Leben der Verklärung, Seligkeit und relativen Vollkommenheit haben, ein Leben, unsaßbar reich an Fülle harmonisch ineinander greifender himmlischer Kräfte und Phänomene, und wie der ewige, nicht gewordene Geist das Erste war, so wird als Endziel seiner Offenbarung und als Product der Weltentwicklung die geschaffene Geisterwelt das Letzte sein.



Gedruckt bei C. Pöls in Leipzig.

In der **C. F. Winter'schen** Verlagshandlung in Leipzig und Heidelberg ist ferner erschienen:

Bronn's, Dr. H. G., Klassen und Ordnungen des Thierreichs, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. Fortgesetzt von Wilhelm Keferstein, M. D., Prof. in Göttingen. Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen. Lex.-8. geh.

Bis jetzt ist bereits ausgegeben:

- I. Band. **Die Klassen und Ordnungen der formlosen Thiere (Amorphozoa).** Mit 12 lithographirten Tafeln und mehreren Holzschnitten. Preis 2 Thlr.
- II. Band. **Die Klassen und Ordnungen der Strahlenthiere (Actinozoa).** Mit 49 lithographirten Tafeln und mehreren Holzschnitten. Preis 6 Thlr. 15 Ngr.
- III. Band. **Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacozoa).** Erste Abtheilung. (1.—16. Lieferung.) **Kopfloze Weichthiere (Malacozoa Acephala).** Mit 44 lithographirten Tafeln und 34 Holzschnitten. Preis 7 Thlr. 24 Ngr.
- III. Band. Zweite Abtheilung. (17.—48. Lief. des dritten Bandes.) **Kopftragende Weichthiere (Malacozoa Cephalophora).** Mit 92 lithogr. Tafeln und 102 Holzschn. Preis 15 Thlr. 25 Ngr.
- V. Band. **Die Klassen und Ordnungen der Gliederfüßler (Arthropoda).** 1.—10. Lieferung. Preis der Lieferung 15 Ngr.
- VI. Band. IV. Abtheilung. **Die Klassen und Ordnungen der Vögel. (Aves.)** 1. Lieferung. Preis der Lieferung 15 Ngr.

Grundzüge der Ethnographie

von

Dr. Maximilian Perth,

Professor an der Universität zu Bern.

gr. 8. geh. Preis 1 Thlr. 24 Ngr.

Anthropologische Vorträge

gehalten

im Winter 1862 — 1863 in der Aula zu Bern

von

Maximilian Perth.

gr. 8. geh. Preis 1 Thlr. 24 Ngr.

Die mystischen Erscheinungen

der
menschlichen Natur.

Dargestellt und gedeutet

von

Maximilian Perthy,

Professor an der Universität zu Bern.

gr. 8. — geh. Preis 3 Thlr. 20 Ngr.

Die Realität magischer Kräfte und Wirkungen des Menschen

gegen die Widersacher vertheidigt

von

Maximilian Perthy.

Eur Supplement zu des Verfassers „Mystischen Erscheinungen der menschlichen Natur“.

gr. 8. geh. Preis 16 Ngr.

Ueber das Seelenleben der Thiere.

Thatsachen und Betrachtungen

von

Maximilian Perthy,

gr. 8. geh. Preis 1 Thlr. 26 Ngr.

Geist und Körper

in ihren Wechselbeziehungen mit Versuchen naturwissenschaftlicher Erklärung. Von **Carl Neclam**, Dr. med., 8. geh.

Preis 1 Thlr. 15 Ngr.

Wiener, Dr. **Christian**, Professor an der polytechnischen Schule zu Carlsruhe, Atomlehre. Zweite Ausgabe. 16 Druckbogen.
gr. 8. geh. Preis 20 Ngr.

Wiener, Dr. **Christian**, Professor an der polytechnischen Schule zu Carlsruhe, Die geistige Welt und Wesen und Ursprung der Dinge. Zweite Ausgabe. 16 Druckb. gr. 8. geh. Preis 1 Thlr. 15 Ngr.

